

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR Y GEOGRAFÍA
ESCUELA DE CIENCIAS DEL MAR
Casilla 1020. Valparaíso, Chile



**PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE
VALPARAÍSO**



PROYECTO FIPA N° 2016-13

**“MODELO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE VISUALIZACIÓN PARA
EL PROGRAMA DE MAREAS ROJAS Y LARVAS DE MITÍLIDOS, EN EL
SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LA SUBSECRETARIA DE
PESCA Y ACUICULTURA, II ETAPA”**

ID N°4728-43-LP16

INFORME FINAL

Valparaíso, 19 Julio 2018



TITULO DEL PROYECTO : Modelo e Implementación de un Sistema de Visualización para el Programa de Mareas Rojas y Larvas de Mitílidos, en el Sistema de Información Geográfica de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, II Etapa

REQUIRENTE : Consejo del Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura Proyecto FIPA N° 2016-13

UNIDAD EJECUTORA : Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Escuela de Ciencias del Mar
Facultad de Ciencias del Mar y Geografía
Avda. Altamirano 1480, Valparaíso, Chile

JEFE DE PROYECTO : Claudio Silva Gallinato
Escuela de Ciencias del Mar
Fono (56) (32) 274250
Fax (56) (32) 274208
E-mail: claudio.silva@pucv.cl

EQUIPO DE TRABAJO

Silva, Claudio

Título : Ingeniero Pesquero
Postgrados : Master Science Europeo en Gestión de Costas y Aguas (European Joint Master Science Degree in Water and Coastal Management).
: Erasmus Mundus Ph.D. in Marine and Coastal Management
Campo de Trabajo : Modelación SIG y Teledetección Ambiental.
Categoría : Jefe de Proyecto e Investigador

Silva, Nelson

Título : Profesor de Química
Postgrados : Master of Science en Oceanografía
Campo de Trabajo : Oceanografía física y química
Categoría : Investigador

Canepa, Antonio

Título : Biólogo Marino
Postgrados : Master Science en Cambio Global
Doctor en Ecología
Campo de Trabajo : Ecología marina y modelación estadística
Categoría : Investigador

Vargas, Viviana

Título : Geógrafo
Postgrados : Magister en Geografía y Ordenamiento Territorial, Especialidad Teledetección, Análisis Espacial y Medio Ambiente.
Postítulo en Geomática.
Campo de Trabajo : Procesamiento y modelación SIG, capacitación.
Categoría : Co-Investigador

Aguilera, Jaime

Título : Ingeniero Pesquero
Campo de Trabajo : Procesamiento y modelación de datos, SIG, teledetección, capacitación
Categoría : Co-Investigador

Lastra, José

Título : Geógrafo
Campo de Trabajo : Procesamiento y modelación de datos, SIG, teledetección, capacitación
Categoría : Co-Investigador

Larraguibel, Cristián

Título : Geógrafo
Campo de Trabajo : Procesamiento y modelación de datos, SIG, teledetección, capacitación
Categoría : Co-Investigador

Gallardo, María Eugenia

Título : Ingeniero Pesquero
Campo de Trabajo : Procesamiento de datos
Categoría : Co-Investigador

RESUMEN EJECUTIVO

El presente Informe Final del Proyecto “Modelo e Implementación de un Sistema de Visualización para el Programa de Mareas Rojas y Larvas de Mitílidos en el Sistema de Información Geográfica de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, II Etapa”, contiene los resultados y actividades que dan cuenta de los objetivos específicos estipulados en los Términos de Referencia y a la planificación incluida en la Oferta Técnica del proyecto para el logro del objetivo principal que es establecer e implementar un sistema automatizado para la visualización espacio temporal de los florecimientos de algas nocivas y de abundancias larvales de especies de mitílidos, utilizando como fuente los datos provenientes del Programa de Manejo y Monitoreo de las Mareas Rojas (PMMR) y del Programa de Monitoreo Larval de Mitílidos, que sea compatible con el Sistema de Información Geográfica de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA).

El diagnóstico, validación y mejora del actual modelo geoestadístico y sistema automatizado de visualización de SUBPESCA, contempló la validación de los modelos de abundancia relativa de *Alexandrium catenella*, *Dinophysis acuminata* y *Dinophysis acuta*, y la exploración de otras alternativas de sistemas de visualización de información geoespacial. Así mismo, se procedió a generar productos vectoriales y capas interpoladas de las variables ambientales y biológicas, con el fin de evaluar que el funcionamiento cumpla con lo señalado en la descripción de las herramientas. La construcción y análisis de respuesta de los modelos geoestadísticos generados es satisfactoria, considerando los insumos y estaciones trabajadas, incorporándose parámetros importantes no considerados con anterioridad por un tema operativo como son los factores de anisotropía, detrending y transformación específica de datos.

Se elaboraron plantillas geoestadísticas de base, que incorporan elementos claves en la modelación y que permiten una mejor representación de la variabilidad presente en el área para cada una de las variables. Se generó una validación adicional realizando ejemplos con los datos ambientales del PMMR para el año 2014 y se generaron también ejemplos vectoriales para *A. catenella*, *D. acuta* y *D. acuminata* considerando registros mensuales para ver la variabilidad de distribución de las 3 especies. Con esta información se comprobó que en general los datos para la zona FIP 2014-76 responden adecuadamente a las características de los datos, concentrando

los mayores errores estándar en interpolaciones durante enero, febrero y marzo coincidiendo con la mayor variabilidad de la información. A raíz de esto se recomienda trabajar con datos a nivel mensual (promedios) para no perder información significativa y no combinar datos que corresponden a diferentes periodos de muestreo.

Respecto de la validación de los modelos, se utilizó información mensual (ambiental y de abundancia relativa de *A. catenella*, *D. acuminata* y *D. acuta*) para el 2014 del PMMR, obteniendo relaciones significativas ($p < 0.05$) entre los datos observados y los estimados por los modelos de abundancia relativa para ese año. La capacidad predictiva de estos modelos es baja, alcanzando valores de 4% (*D. acuminata*), 12 % (*A. catenella*) y 27% (*D. acuta*). Los vacíos de información, principalmente en el tiempo, imposibilitan la construcción de series temporales continuas y robustas para aplicar la técnica de redes neuronales, por lo que se plantea mejorar las predicciones de distribución aplicando la técnica de aprendizaje de máquina (*machine learning*) que modela la distribución de especies empleando algoritmos de máxima entropía MaxEnt. Se realizaron modelaciones para las tres especies con MaxEnt usando las bases de datos globales Bio-ORACLE (9.2 km de resolución espacial) y los datos PMMR para el 2013 a nivel estacional, a partir de los cuales se generó un modelo completo y modelos operativos estacionales. En los resultados obtenidos, ninguna de las modelaciones bajó del umbral de AUC de 0.8 (considerado bueno) en los datos de entrenamiento ni en los datos de evaluación del modelo. En el caso de los modelos operativos (PMMR), se observó que por lo general las variables claves son diferentes según la época del año y las curvas de respuesta a las variables ambientales resultan heterogéneas y multimodales al igual que para el modelo completo de cada especie.

Se efectuó una modelación adicional empleando los datos Bio-ORACLE, considerando registros de presencia en base a Abundancias Relativas (AR) mayores o iguales a 3 acogiendo una de las solicitudes emanadas desde SUBPESCA. Ante esto se observó que las diferencias más significativas se generan en los modelos de distribución de *A. catenella* y especialmente en *D. acuta* donde se pierde parte de la complejidad de la especie. Sin embargo, se mantienen las zonas de mayor aptitud de hábitat asociadas a la zona norte de la Región de Aysén.

Adicional a la validación estadística, se realizó una validación de expertos en una reunión generada con el Dr. Leonardo Guzmán y el Dr. Oscar Espinoza profesionales de IFOP encargados del PMMR. En dicha reunión se hizo una presentación de los resultados obtenidos de los modelos MaxEnt, donde fueron comparados con el conocimiento y observación empírica de estas especies a partir del cual se observó que los modelos completos (Bio-ORACLE) responden de buena manera a la distribución potencial esperada. De igual forma la importancia de las variables ambientales y los rangos de preferencia detectados coinciden con los observados en estudios realizados por IFOP. Para el caso de los modelos estacionales se observa que se debe tener precaución en la lectura e interpretación de los resultados sobre todo en torno a la época de invierno. En base a esto, se establece que los modelos logran captar adecuadamente la distribución probable para las especies en estudio.

En torno a las principales observaciones se plantea evaluar la posibilidad de modelar más adelante incorporando elementos de la hidrodinámica de la zona (corrientes, estratificación, etc.) que permitan considerar elementos físicos que regulan principalmente la distribución. Además considerar eventos diferentes como los ocurridos durante 2002, 2009 y 2016, para establecer los escenarios propicios para una gran floración o aumento en la aptitud de hábitat para las especies tóxicas. Finalmente se contempla la posibilidad de incluir registros de presencia fuera de la red de monitoreo del PMMR (ej. Floración 2016, nuevo muestreo IFOP), para evitar sesgos y captar de mejor forma la complejidad ambiental de las especies. Cabe destacar, que a partir de los resultados de la modelación espacial desarrollada con las bases de datos ambientales y de marea roja, se elaboró un artículo científico titulado “Modeling potential distribution of *Alexandrium catenella* using Maxent in the Inner Sea of Chiloé (41°26’-44°35’S)”, el cual se encuentra en revisión para ser publicado en la revista Harmful Algae.

En la exploración de otros sistemas de visualización de información espacial, de código abierto, como una alternativa al actual sistema de visualización de SUBPESCA (ArcGis Online) se optó por elaborar un visualizador de mapas experimental, utilizando la plataforma OpenGeo Suite. La elaboración y desarrollo del visualizador contempla la utilización de algún editor de código HTML. En este proyecto se utilizó el editor *CoffeeCup Free HTML Editor*. El código HTML básico contempla un visualizador interactivo, el cual consiste de una o varias capas base junto con la serie de capas de información que se quiere visualizar.

En cuanto a la incorporación al actual sistema de visualización y modelos geoestadísticos, de la totalidad de información generada en las estaciones de muestreo del PMMR, ésta fue estandarizada, procesada y se encuentra incorporada a las bases de datos GDB, comprendiendo un total de 208 estaciones de monitoreo para el periodo 2006 - 2014, extendiéndose territorialmente desde Cochamó ($41^{\circ}29'47''\text{S}$) en la Región de Los Lagos, hasta Islotes Mariotti ($55^{\circ}12'43''\text{S}$) en la Región de Magallanes. El análisis y procesamiento de la información comprendió el registro y cuantificación de la abundancia de especies de microalgas nocivas, la cuantificación de toxinas, de variables oceanográficas (temperatura, salinidad, densidad, y oxígeno disuelto), y variables meteorológicas (temperatura del aire, presión atmosférica, velocidad y dirección del viento). En el caso de la abundancia relativa, se generó una GDB única siguiendo la estructura establecida por SOPORTA Ltda., considerando los nombres de campo, codificaciones y tipos de atributos.

A partir de la totalidad de datos registrados por el PMMR, las estaciones no consideradas en el proyecto FIP 2014-76 se agruparon con el fin de evaluar la factibilidad de generar modelaciones geoestadísticas a partir de éstas. Se dividió el área en seis zonas de interpolación en las cuales se realizaron exploraciones geoestadísticas y determinísticas, sin embargo la agrupación por zona dejó un número inadecuado de estaciones para interpolaciones espaciales de gran complejidad y mayor confianza espacial y estadística, por lo cual cuando no fue posible realizar una modelación empleando *kriging* (a causa de la falta de autocorrelación espacial y el número de datos) se reemplazó el método por uno de carácter determinístico denominado Inverse Distance Weighted (IDW). Si bien los RMS observados para las zonas donde se utilizó IDW son bajos, a nivel técnico no se recomienda la aplicación de modelos de interpolación con los datos presentes debido a la baja cantidad de estaciones, la escasez de datos y a la configuración espacial de los distintos grupos registrados. Se recomienda utilizar los resultados de este método como una muestra de la tendencia general de cada variable y no como una predicción exacta, ni estadísticamente adecuada.

Al actual sistema de visualización, se incluyó el total de las abundancias larvales de las especies monitoreadas por el Programa de Mitílidos, abarcando un total de 25 estaciones de monitoreo para el periodo 2013 - 2016, en un área que abarca una extensión territorial desde el fiordo

Reloncaví (41°29'47''S) en la Región de Los Lagos, hasta el estero Quitralco (45°45'50''S) en la Región de Aysén. El análisis y procesamiento de la información comprendió la sistematización, registro y cuantificación de datos, normalizándolos bajo la misma estructura de las tablas Excel generadas en la primera etapa del proyecto, que permitan su espacialización en ArcGis y su publicación en la plataforma web de SUBPESCA. La incorporación de los datos del Programa de Monitoreo de Mitílidos de IFOP, consideró los protocolos de compatibilidad del SIG de SUBPESCA, involucrando un proceso de revisión, estandarización y normalización de la información original. Los productos cartográficos representan en forma espacial y temporal la disponibilidad larval de mitílidos. En este contexto, se entregó una serie de imágenes cartográficas de abundancia de chorito umbonado. Una vez estandarizada la información se procedió a ejecutar el modelo semiautomatizado de espacialización vectorial de los datos acoplado al modelo REPLA v2.0. Este proceso permitió validar sin dificultad la información de tablas conectadas a través de los códigos de estación de muestreo.

En cuanto a la factibilidad para incorporar información relevante desarrollada por IFOP que complementa el sistema de visualización, se conversó con los equipos institucionales respecto a las variables relevantes a ser incorporadas. A través de encuestas de diagnóstico enviadas al Departamento de Medio Ambiente de dicha institución, se determinó que las variables cuantitativas importantes a considerar son: la abundancia celular de fitoplancton, biomasa de diatomeas y dinoflagelados. En cuanto a variables cualitativas destacan la presencia o ausencia de las especies de fitoplancton, estimadores de abundancia relativa de especies nocivas y abundancia de larvas de mitílidos. En términos generales, la mayoría de los formatos de información generados por IFOP son posibles de incorporar al ambiente de ArcGis Online. Si bien la mayor cantidad de información es generada en formato Excel, los posteriores procesos transforman los datos a formato *feature class*, formato nativo de ESRI factible de incorporar al visualizador, facilitando los procesos o consultas que se pudiesen implementar a través de aplicaciones de WebMapping.

La caracterización del área de estudio que abarca el PMMR, y la propuesta de zonas de comportamiento similar en base a parámetros físicos y químicos, requirió reunir gran parte de la información propuesta, como así también información adicional a lo planificado para construir la Geodatabase Ambiental Espacio-Temporal del proyecto. Para este fin se adquieren

y construyen las bases de datos ambientales espacio-temporales (junio 2002 a diciembre 2015) de imágenes satelitales diarias y mensuales de tipo ráster (imágenes) o matrices georreferenciadas procesadas en formato SIG. La concentración de clorofila (Cloa) es obtenida de datos del sensor VIIRS de 1x1 km de resolución espacial. Para el caso de la temperatura superficial del mar (TSM), se utiliza el producto MUR-SST (Multi-scale Ultra-high Resolution Sea Surface Temperature) que integra la información de 5 fuentes satelitales (MODIS, AVHRR, AMSR-E, AMSR2 y WindSat) y datos in situ. Estas imágenes TSM tienen una resolución espacial de 1x1 km, mejorando así el producto propuesto inicialmente (MODIS, 4x4 km). Para este proyecto se generaron 167 imágenes mensuales de Cloa y 167 de TSM en formato NetCDF para el periodo junio 2002 - abril 2016. Adicionalmente, se usa información de estaciones oceanográficas de los cruceros PMMR (2013-2015) y de CIMAR (1995-2014).

La zonificación espacial se basó en el enfoque de identificación de regiones bio-físicas, donde las masas de agua tienen características físicas y biológicas similares, y se propone utilizar la metodología que integra algoritmos ISODATA y MSV para la clasificación de imágenes multiespectrales. A nivel vectorial (estaciones oceanográficas) se aplica el algoritmo Delaunay triangulation para la clasificación, la cual define los clusters naturales en los datos. Se realizó una zonificación anual y otra estacional con la generación de imágenes climatológicas de Cloa VIIRS y TSM MUR de 1x1 km considerando la información satelital promedio mensual generada para el periodo 2013-2015. De esta forma, considerando zonificaciones definidas en bibliografía consultada y a los resultados obtenidos con el proceso de clasificación, se proponen 7 clases como la más representativa de las características, patrones y división fundamental de la zona de estudio. En la clasificación anual de estas siete clases usando las imágenes satelitales, los valores medios para las dos variables (Cloa y TSM) son diferentes para cada una de ellas indicando que representan una zona diferente y homogénea. Por otra parte, el procesamiento de la información de variables ambientales de los cruceros oceanográficos PMMR y CIMAR también ha permitido zonificar la zona de estudio en 7 clases. Para el caso de PMMR las variables consideradas fueron TSM, Cloa y salinidad, mientras que de los CIMAR se utilizan datos de TSM, salinidad y oxígeno disuelto, con los cuales se generaron reportes anuales y estacionales para el 2014, con los respectivos promedios y desviaciones estándar por grupo. Finalmente, se propone una zonificación biofísica integrada tanto anual como estacional, estimada de la integración de las 7 zonas derivadas de datos satelitales y sus características

físico-químicas obtenidas de las distintas bases de datos (satelitales, PMMR y CIMAR). En la zonificación biofísica integrada anual se observa una relativa consistencia entre los valores observados por las distintas fuentes (satelital, PMMR y CIMAR) en las zonas biofísicas.

Esta zonificación integrada anual mostró una relación o ensamble con el área donde se producen los eventos de marea roja. Las estaciones de muestreo del PMMR donde se registró una mayor frecuencia de eventos de marea roja por *Alexandrium catenella*, están localizadas mayoritariamente en las zonas donde se registran los valores más altos de Cloa y TSM, y valores intermedios de salinidad; en áreas específicas de fiordos, canales e islas. Esta es una zona de transición con influencia de aguas oceánicas y continentales.

Se realizó una comparación de la zonificación integrada con otras zonificaciones existentes dentro del área de estudio: Jaramillo *et al.* (2006), Häussermann & Försterra (comunicación personal, 2015) y Rovira & Herreros (2016). En esta comparación, se estableció que la metodología de clasificación empleada en el presente proyecto es espacialmente robusta para la clasificación de áreas geográficas como son las Máquinas de Soporte Vectorial (clasificación supervisada; Chang and Lin, 2001) y el método ISODATA (clasificación no supervisada; Tou and Gonzalez, 1974) para imágenes satelitales (TSM, clorofila, salinidad y oxígeno disuelto) y algoritmo Delaunay triangulation (clasificación vectorial no supervisado; Tsai, 1993) para vectores de estaciones de muestreo CIMAR y PMMR. No obstante, la zonificación del presente proyecto tiene la debilidad frente a las otras clasificaciones que sólo utiliza 4 variables biofísicas (TSM, clorofila, salinidad y oxígeno disuelto) y no integró en el análisis espacial la distribución y abundancia de los recursos marinos (peces, invertebrados, algas) los tipos de fondos o hábitat bentónicos, entre otras.

Del análisis de perfiles temporales de la anomalía de TSM, a nivel general se observó una tendencia al enfriamiento en la mayoría de las series de tiempo. Al sur de los 49°S se observaron las mayores tendencias negativas, no obstante, el perfil localizado en el mar interior de Chiloé al sur de Islas Desertores (43°S) presentó una tendencia (-0.8°C) negativa similar. Esta tendencia al enfriamiento o disminución de la TSM estimada en los perfiles temporales en la zona sur-austral ya ha sido observada (Falvey and Garreaud, 2009; Garreaud and Falvey, 2009; Garreaud, 2011) y podría explicarse por la influencia que tendría la disminución de la

temperatura en la periferia de la Antártica en la zona marina en estudio. Finalmente, se recomienda aplicar métodos robustos de clasificación espacial para realizar una zonificación integrada entre el trabajo de Rovira & Herreros (2016) y los datos de este proyecto, adicionando así parámetros como TSM, clorofila, oxígeno disuelto y salinidad que permitan la obtención de una zonificación mucho más coherente entre los parámetros físicos y los biológicos.

En cuanto a reforzar las capacidades técnicas en los profesionales responsables de administrar y procesar el sistema de automatización implementado, se llevó a cabo el curso de capacitación "Herramientas estadísticas para el análisis de ecosistemas marinos", cuyo contenido en general está basado en la aplicación del programa de libre acceso R (entorno y lenguaje de programación con un enfoque al análisis estadístico), que fue cursado por cinco profesionales de distintas Unidades Técnicas de la división de Acuicultura pertenecientes a SUBPESCA. El curso impartido contempló 50 horas presenciales, 9 unidades temáticas con clases expositivas y prácticas de laboratorios computacionales que se realizaron los viernes de cada semana en 13 medias jornadas (31 de marzo - 23 de junio de 2017). Este curso contó con el soporte (durante el curso y por tres meses luego de terminado el proyecto) del Aula Virtual de la PUCV (<http://fc.aulavirtualpucv.cl/>), permitiendo potenciar las prácticas educativas y los procesos de enseñanza y aprendizaje con el objetivo de incorporar espacios virtuales como apoyo. Se elaboró el manual de capacitación del curso en formato PDF con todas las unidades temáticas y los laboratorios prácticos estudiadas en las clases. Finalmente, el curso fue aprobado por cuatro alumnos los cuales calificaron la capacitación con apreciación general óptimo. Los correspondientes certificados extendidos por la Dirección de Cooperación Técnica de la PUCV ya han sido entregados a quienes cumplieron los requisitos de aprobación (calificación sobre 4.0 y un 75% asistencia).

Para cerrar las actividades del proyecto y de acuerdo a lo establecido en los TTR del FIPA 2016-13, se realizó un taller de difusión de resultados con el objetivo de difundir y discutir los resultados del proyecto y así, obtener retroalimentación de diferentes profesionales del sector público y académico respecto a lo obtenido del trabajo realizado por el equipo consultor. La fecha de realización del taller fue jueves 14 de diciembre 2017 (Anexo 9. Taller de Difusión. [Invitación Taller de Difusión](#)) en la sala 3-1 de la Escuela de Ciencias del mar, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

EXECUTIVE SUMMARY

The Final Report of the project ("Model and Implementation of a Visualization System for the Red Tides and Mytilid larvae Programs in the Geographical Information System of the Undersecretary of Fisheries and Aquaculture, Stage II") contains results and activities obtained to achieve the main and specific objectives stipulated in the Terms of Reference and planning included in the Technical Proposal. The goal of the project is to establish and implement an automated system for spatial-temporal display of harmful algal blooms and larval abundances of mytilid species, using databases from Program of Management and Monitoring of Red Tides (PMMR) and Mytilid Larvae Monitoring Program, and compatible with Geographical Information Systems of the Subsecretariat of Fisheries and Aquaculture (SUBPESCA).

The diagnosis, validation and improvement of current geostatistical model and automated display systems of SUBPESCA, included the validation of relative abundance models of *Alexandrium catenella*, *Dinophysis acuminata* and *Dinophysis acuta*, and exploration of other alternatives of geospatial information displays systems. Likewise, we proceeded to generate vector products and interpolated layers of environmental and biological variables, in order to assess that the operation complies with the indicated in tools description. The construction and response analysis of the generated geostatistical models is satisfactory, considering the inputs and oceanographic stations worked, incorporating important parameters not previously considered due to an operational issue such as the factors of anisotropy, detrending and specific transformation of data.

Base geostatistical templates that incorporate modeling key elements and which allow a better representation of present variability in the study area for each variables were developed. An additional validation using PMMR environmental data and vector samples of *A. catenella*, *D. acuta* and *D. acuminata* generated considering the analysis of monthly distribution records. With this information it was verified that, in general, data for FIPA N°2014-76 project study area (41°30'S - 44°30'S) respond adequately to data characteristics, concentrating highest standard errors in interpolations during January, February and March coinciding with the greater information variability. Because of this, we recommended to work with monthly (mean) data so

as not to lose significant information and not combine data corresponding to different sampling dates.

Regarding models validation, monthly information (environmental and relative abundance of *A. catenella*, *D. acuminata* and *D. acuta*) was used for PMMR 2014, obtaining significant relationships ($p < 0.05$) between observed and model estimated relative abundance data for this year. Predictive capacity of these models is low, reaching values of 4% (*D. acuminata*), 12% (*A. catenella*) and 27% (*D. acuta*). Information gaps, mainly temporal, make it impossible to build continuous and robust time series to apply neural network technique, so it is proposed to improve spatial distribution predictions by applying MaxEnt maximum entropy algorithms, a machine learning technique that models species distribution. Spatial modeling for the three species with MaxEnt using global Bio-ORACLE databases (9.2 km of spatial resolution) and PMMR data for 2013 at seasonal scale, from which a complete model and seasonal operating models were generated. In results obtained, none of models fell below the AUC threshold of 0.8 (considered as good) in training and test data. In case of operational models (PMMR), that key variables are different according to time (month, season) of year and response curves to environmental variables are heterogeneous and multimodal as for complete model of each species.

An additional modeling was carried out using Bio-ORACLE database, considering presence records based on Relative Abundances (AR) greater than or equal to 3, accepting one of requests emanating from SUBPESCA. Given this, the most significant differences in distribution models of *A. catenella* and especially in *D. acuta* where part of the complexity of the species is lost. However, it maintained areas of greatest habitat suitability associated with northern zone of Aysén Region.

In addition to statistical validation, an expert validation was carried out in a meeting generated with Dr. Leonardo Guzmán and Dr. Oscar Espinoza from IFOP, which are the head and managers of PMMR Red Tide Program in Chile. In this meeting a presentation of results obtained from MaxEnt models was presented, and were compared with the empirical knowledge and observation of these species, from which it was observed that the complete models (Bio-ORACLE) respond in a good way to expected potential distribution. Likewise, the importance

of environmental variables and preference ranges detected coincide with those observed in studies conducted by IFOP. In case of seasonal models, it is observed that caution should be exercised in reading and interpreting results, especially in winter. Based on this, it is established that models capture adequately the probable distribution of algal species under study.

Regarding the main results and observations, it is proposed to modeling incorporating hydrodynamics variables (currents, stratification, etc.) that allow to consider physical process that modulate the species spatial distribution. In addition, consider different events such as those occurring during 2002, 2009 and 2016, to establish environmental scenarios for a large bloom or increase in habitat suitability for toxic species. Finally, the possibility of including presence records outside the monitoring network of PMMR (eg, 2016 bloom, new IFOP sampling stations), to avoid skewness and better capture of environmental complexity of algal species. It should be noted that from the results of the spatial modeling developed with the environmental and red tide databases, a scientific article (Title: Modeling potential distribution of *Alexandrium catenella* using Maxent in the Inner Sea of Chiloé (41°26'-44°35'S)) was prepared, which is under review for publication in the journal Harmful Algae.

In the exploration of other spatial information display systems, open source, as an alternative to current visualization system of SUBPESCA (ArcGis Online), it was decided to elaborate an experimental map viewer, using the OpenGeo Suite platform. Development and construction of web mapping contemplates use of some HTML code editor. In this project the *CoffeeCup Free* HTML Editor was used. The basic HTML code includes an interactive viewer, which consists of one or several base layers together with information layers that you want to visualize.

Regarding incorporation of all the information generated in the PMMR sampling stations into the current visualization system and geostatistical models, it was standardized, processed and incorporated into geodatabases (GDB), comprising a total of 208 monitoring stations for 2006 – 2014 period, extending territorially from Cochamó (41°29'47"S) in Los Lagos Region up to Islotes Mariotti (55°12'43"S) in Magallanes Region. Information analysis and processing included recording and quantification of harmful algae species abundance, quantification of toxins, oceanographic (temperature, salinity, density and dissolved oxygen), and meteorological (air temperature, atmospheric pressure, wind speed and direction) variables. In case of relative

abundance, a unique GDB was generated following the structure established by SOPORTA Ltda., considering field names, codifications and types of attributes.

Based on the totality of data recorded by PMMR, stations not considered in FIPA N°2014-76 project were grouped in order to evaluate the feasibility of generating geostatistical modeling. The area was divided into six interpolation zones in which geostatistical and deterministic explorations were carried out; however, grouping by zone left an inadequate number of stations for spatial interpolations of great complexity and greater spatial and statistical confidence, so when it was not possible to perform a modeling using kriging (because of lack of spatial autocorrelation and number of data), the method was replaced by a deterministic one called Inverse Distance Weighted (IDW). Although the observed RMS for areas where IDW was used are low, at a technical level the application of interpolation models with present data is not recommended due to the low number of stations, the scarcity of data and spatial configuration of different registered groups. It is recommended to use results of this method as a sample of general trend of each variable and not as an exact prediction, nor statistically adequate.

To current visualization system, the total of larval abundances of monitored species by Mytilid larvae Programs was included, covering a total of 25 monitoring stations for 2013 – 2016 period, in an area covering a territorial extension from Reloncaví fjord ($41^{\circ} 29'47''S$) in Los Lagos Region, up to Quitrusco estuary ($45^{\circ} 45'50''S$) in Aysén Region. Information analysis and processing included systematization, recording and quantification of data, normalizing them under the same structure of Excel tables generated in the first stage of the project (FIPA N°2014-76), which allows their spatialization in ArcGIS and its publication in SUBPESCA web platform. The incorporation of IFOP's Mytilid larvae Programs data, considered compatibility protocols of SUBPESCA's GIS, involving a process of revision, standardization and normalization of original information. The cartographic products represent spatially and temporally the mytilids larval availability. In this context, a series of cartographic images of umbonado chorito abundance was delivered. Once the information was standardized, a semiautomated model of vectorial spatialization of data coupled with the REPLA v2.0 model was carried out. This process allowed to validate without difficulty the information of connected tables through the sampling station codes.

Regarding the feasibility to incorporate relevant information developed by IFOP that complements the visualization system, meetings with IFOP researchers' teams were held to discuss about relevant variables to be incorporated. Through diagnostic surveys sent to IFOP Department of Environment, it was identified that important quantitative variables to be considered are: phytoplankton cellular abundance, biomass of diatoms and dinoflagellates. Regarding qualitative variables: presence or absence of phytoplankton species, relative abundance estimators of harmful species and mytilid larvae abundance. In general terms, most of information formats generated by IFOP are feasible to incorporate into ArcGis Online platform. Although the largest amount of information is generated in Excel format, subsequent processes transform data into a feature class format, an ESRI native format that can be incorporated into the SUBPESCA map viewer, improving processes or queries that could be implemented through WebMapping applications.

Characterization of study area covered by PMMR, and proposal of zones of similar behavior based on physical and chemical parameters, required gathering a large part of the proposed information, as well as additional information not planned in proposal to construct project's spatial-temporal environmental Geodatabase. For this purpose, spatial-temporal environmental databases (June 2002 to December 2015) of daily and monthly satellite images of raster type or georeferenced matrices processed in GIS format were acquired and processed. Chlorophyll concentration (Cloa) was obtained from VIIRS sensor data with a spatial resolution of 1x1 km. MUR-SST (Multi-scale Ultra-high Resolution Sea Surface Temperature) satellite images were used, this product integrates information from 5 satellite sensors (MODIS, AVHRR, AMSR-E, AMSR2 and WindSat) and *in situ* data. SST images have a spatial resolution of 1x1 km, thus improving satellite product (MODIS, 4x4 km) initially proposed. For this project, 167 Cloa and 167 SST monthly images were generated in NetCDF format for June 2002 - April 2016 period. Additionally, oceanographic stations databases from PMMR (2013-2015) and CIMAR (1995-2014) surveys were used.

Spatial zoning was based on a bio-physical identification approach of biogeographic regions, where water masses have similar physical and biological characteristics, an integrated methodology (ISODATA and MSV algorithms) for multispectral images classification is proposed. Delaunay triangulation algorithm is applied for spatial vector (oceanographic

stations) classification, estimating natural clusters in bio-physical data. Annual and seasonal bio-physical zoning was carried using Cloa VIIRS and TSM MUR climatological images (1x1 km) considering monthly mean satellite images generated for 2013-2015 period. Thus, considering biogeographic regions defined in consulted bibliography and results obtained with integrated classification process, seven (7) classes are proposed as the most representative of characteristics, patterns and fundamental division of study area. In annual classification of seven classes using satellite images, mean values for two variables (Cloa and SST) are different for each class, indicating that they represent a different and homogeneous zone. On the other hand, processing of PMMR and CIMAR oceanographic data has also allowed zoning of study area in 7 classes. In the case of PMMR, SST, Cloa and salinity were considered, while CIMAR use SST, salinity and dissolved oxygen data, with generating annual and seasonal spatial distributions (mean and standard deviations) for 2014. Finally, an integrated annual and seasonal biophysical zoning is proposed, integrating satellite seven biogeographic regions (masks) with mean physical-chemical characteristics obtained from the different databases (satellite, PMMR and CIMAR). In annual integrated biophysical zoning a relative consistency is observed between values observed by different sources (satellite, PMMR and CIMAR) in biogeographic regions.

This annual integrated biophysical zoning showed a relationship or assembly with area where red tide events occur. The PMMR sampling stations where high frequencies of red tide events of *Alexandrium catenella* were recorded, are located mostly in areas with highest Cloa and SST and intermediate salinity values in specific areas of fjords, channels and islands. This is a transition zone influenced by oceanic and continental waters.

The results of the integrated biophysical zoning are discussed and compared with previous marine ecosystem zoning studies in Chile: Jaramillo et al. (2006), Häussermann & Försterra (personal communication, 2015) and Rovira & Herreros (2016). In this comparison, we proposed that the classification approach (Vector Support Machines and ISODATA for satellite data and Delaunay triangulation algorithm for point vector of sampling stations) used in the present project is spatially robust for the classification of geographic areas. However, our biophysical zoning has the weakness against the other classifications that only uses four biophysical variables (SST, chlorophyll, salinity and dissolved oxygen) and did not integrate in

the spatial analysis the distribution and abundance of marine resources (fish, invertebrates, algae), bottom types or benthic habitats, among others.

From the temporal analysis of SST anomaly profiles, a general trend to cooling was observed in most time series. The greatest negative trends were observed at south of 49°S, although profile located in the Inner Sea of Chiloé at south of Desertores Islands (43°S) showed a similar negative trend (-0.8°C). This tendency to the cooling or decrease of the SST estimated in the temporal profiles in the south-austral zone has already been observed (Falvey and Garreaud, 2009, Garreaud and Falvey, 2009, Garreaud, 2011) and could be explained by the influence that the decrease in temperature in the periphery of Antarctica in the marine area under study. Finally, it is recommended to apply robust spatial classification methods to perform an integrated ecosystem zoning between Rovira & Herreros (2016) work and the data of this project, adding parameters such as SST, chlorophyll, dissolved oxygen and salinity that allow obtaining a much more coherent zoning between physical and biological parameters.

In terms of reinforcing technical skills of SUBPESCA professionals staff responsible for managing and processing the automated system implemented, a training course "Statistical tools for the analysis of marine ecosystems" was carried out. Course contents are based on free access software R (environment and programming language for statistical analysis), which was attended by five professionals from different Technical Units of the Aquaculture division of SUBPESCA. A 50 hours course including 9 thematic units with lectures and practical computer labs were held on Fridays morning during 13 week (March 31 - June 23, 2017). A PUCV Virtual Classroom (<http://fc.aulavirtualpucv.cl/>) was designed and implemented for this course, allowing to enhance teaching and learning processes incorporating virtual spaces as support during course and for three months after the end of project. A Training Manual was prepared in PDF format with thematic units and practical laboratories. Finally, the course was approved by four students who rated with optimal general appreciation. Corresponding Course Certificates issued by PUCV Technical Cooperation Office have been delivered to students who met approval requirement (4.0 rating and 75% attendance).

To close the project activities and in accordance with the FIPA2016-13 Technical Terms of Reference, a Final Workshop was held to disseminate results with the aim of disseminating and

discussing the results of the project and thus obtaining feedback from different professionals of the public and academic sector regarding the work obtained by the project work team. The workshop was held on Thursday, December 14, 2017 (Annex 9. Dissemination Workshop, Dissemination Workshop Invitation) in room 3-1 of the School of Marine Sciences, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	4
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
2. METODOLOGÍA	6
2.1. Objetivo específico 1: Realizar un diagnóstico, validación y mejora, si estas fueran necesarias, del actual modelo geoestadístico y sistema automatizado de visualización de seguimiento de los Florecimientos de Algas Nocivas (Marea Roja).	6
2.1.1 Área de estudio.....	6
2.2. Objetivo específico 2. Incorporar al actual sistema de visualización y los modelos geoestadísticos, la totalidad de la información generada en las estaciones de muestreo del Programa de Mareas Rojas.	18
2.3. Objetivo específico 3. Incorporar al actual sistema de visualización todas las abundancias larvales de las especies monitoreadas por el Programa de Monitoreo de Mitílidos.	20
2.4. Objetivo específico 4. Estudiar la factibilidad para incorporar información relevante desarrollada por IFOP que complemente el sistema de visualización implementado en la primera etapa.	21
2.4.1 Levantamiento de información	22
2.4.2 Estandarización de la información.....	22
2.5. Objetivo específico 5. Caracterizar el área de estudio que abarca el Programa de Marea Roja, y proponer zonas de comportamiento similar en base a parámetros fisicoquímicos.....	23
2.5.1 Construcción de una Geodatabase ambiental espacio-temporal.....	23
2.5.1.1 Programa de monitoreo de marea roja (2006-2015)	24
2.5.1.2 Imágenes satelitales 2002-2015	24
2.5.1.3 Otras fuentes de información.....	25
2.5.2 Zonificación bio-física.....	25
2.5.2.1 Imágenes satelitales.....	26
2.5.2.2 Vectores de estaciones oceanográficas	27
2.5.2.3 Análisis de la variabilidad espacio-temporal de los datos ambientales	27
2.5.3 Generación de productos cartográficos.....	28
2.6. Objetivo específico 6. Reforzar las capacidades técnicas en los profesionales responsables de administrar y procesar el sistema de automatización implementado.	31

2.6.1 Infraestructura y equipos informáticos	31
2.6.2 Certificación del curso de capacitación.....	31
2.6.3 Aula virtual PUCV	32
2.6.4 Software disponible para la capacitación	32
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
3.1. Objetivo específico 1: Realizar un diagnóstico, validación y mejora, si estas fueran necesarias, del actual modelo geoestadístico y sistema automatizado de visualización de seguimiento de los Florecimientos de Algas Nocivos (Marea Roja).	33
3.1.1 Base de datos FIP 2014-76.....	34
3.1.2 Revisión Funcional Modelo REPLA	37
3.1.3 Mejoras Funcionales Modelo de Abundancia Relativa Modelo REPLA v1.0	42
3.1.4 Mejoras Funcionales Modelo de Toxinas (VAM, VPM-VDM) Modelo REPLA v1.0.....	48
3.1.5 Mejoras Funcionales Modelos de Interpolación del Modelo REPLA v1.0	49
3.1.6 Construcción modelos de Interpolación Modelo REPLA v2.0	53
3.1.7 Modelos multivariados	63
3.1.7.1. Validación de modelos de estimación de abundancia relativa de <i>A. catenella</i> , <i>D. acuminata</i> y <i>D. acuta</i> desarrollados en el proyecto FIP 2014-76	64
3.1.7.1.1 Validación modelo GAM/GLM de abundancia relativa de <i>Alexandrium catenella</i>	64
3.1.7.1.2 Validación modelo GAM/GLM de abundancia relativa de <i>Dinophysis acuminata</i>	68
3.1.7.1.3 Validación modelo GAM/GLM de abundancia relativa de <i>Dinophysis acuta</i>	71
3.1.7.2 Mejora en la estimación de abundancia relativa con el uso del modelo de distribución de especies MaxEnt	74
3.1.7.2.1 Modelos de distribución de <i>A. catenella</i> , <i>D. acuminata</i> y <i>D. acuta</i> con MaxEnt - ArcGIS.....	74
3.1.7.2.1.1 Índices de error	75
3.1.7.2.1.2 Preparación de datos para modelo MaxEnt.....	75
3.1.7.2.1.3 Modelo de distribución potencial <i>Alexandrium catenella</i>	79
3.1.7.2.1.4 Modelo de distribución potencial <i>Dinophysis Acuminata</i>	85
3.1.7.2.1.5 Modelo de distribución potencial <i>Dinophysis Acuta</i>	91
3.1.7.2.1.6 Validación de expertos para modelos de distribución	95

3.1.8 Encuesta de diagnóstico	97
3.1.9 Visualizador de mapas y sistemas OpenSource	99
3.1.9.1 Sistemas OpenSource para publicar datos geospaciales en la web	102
3.1.9.2 Proceso de implementación de un visualizador de mapas utilizando Geoserver	104
3.1.9.2.1 Requerimientos del Servidor y OpenCloud	104
3.1.9.2.2 OpenGeo Suite	105
3.1.9.2.3 Integración de Geoserver en OpenGeoSuite.....	108
3.1.9.2.4 Publicación mapas en la web con GeoExplorer.....	115
3.1.9.2.5 Leaflet	118
Discusiones Objetivo 1	121
3.2. Objetivo específico 2. Incorporar al actual sistema de visualización y los modelos geoestadísticos, la totalidad de la información generada en las estaciones de muestreo del Programa de Mareas Rojas.	125
3.2.1 Estructuración de la base de datos	126
3.2.1.1 Proceso de estandarización de la base de datos.....	127
3.2.1.2 Observaciones generales por variable	130
3.2.2 Migración de bases de datos para la totalidad de las estaciones de monitoreo	132
3.2.3 Periodo de ajuste de los modelos geoespaciales	134
3.2.4 Análisis exploratorio de los datos y determinación de los parámetros de los variogramas de cada variable.....	138
3.2.4.1 Modelación Zona 1.....	139
3.2.4.2 Modelación Zona 2, Zona 3, Zona 4, Zona 5 y Zona 6.....	144
Discusiones Objetivo 2	144
3.3. Objetivo específico 3. Incorporar al actual sistema de visualización todas las abundancias larvales de las especies monitoreadas por el Programa de Monitoreo de Mitílicos.	146
3.3.1. Entrega de datos	146
3.3.2. Revisión de información.....	148
3.3.3. Estructuración y normalización de las planillas Excel	149
3.3.4. Revisión de tablas normalizadas	150
3.3.5 Productos cartográficos a partir de un modelo semiautomatizado de espacialización vectorial.....	152

3.4. Objetivo específico 4. Estudiar la factibilidad para incorporar información relevante desarrollada por IFOP que complemente el sistema de visualización implementado en la primera etapa.....	157
3.4.1 Reconocimiento de información obtenida de los análisis desarrollados por IFOP	157
3.4.1.1 Procesamiento de la información	159
3.4.2 Identificación de información posible de incluir en la visualización en un ambiente SIG	159
3.4.3 Obtención de gráficas compatibles con el sistema de visualización implementado.....	161
3.5. Objetivo específico 5. Caracterizar el área de estudio que abarca el Programa de Marea Roja, y proponer zonas de comportamiento similar en base a parámetros fisicoquímicos.....	162
3.5.1 Construcción de una Geodatabase ambiental espacio-temporal.....	162
3.5.1.1 Programa de monitoreo de mareas rojas (2006-2015)	162
3.5.1.2 Imágenes satelitales 2002-2015	162
3.5.1.3. Otras fuentes de información: Cruceros CIMAR Fiordos.....	166
3.5.2 Zonificación bio-física.....	171
3.5.2.1. Imágenes satelitales.....	171
3.5.2.1.1. Zonificación anual	171
3.5.2.2. Estaciones PMMR.....	179
3.5.2.2.1. Zonificación anual	179
3.5.2.2.2. Zonificación estacional	183
3.5.2.3.1. Zonificación anual	187
3.5.2.3.2. Zonificación estacional	191
3.5.2.4. Zonificación biofísica integrada	194
3.5.2.4.1. Zonificación biofísica integrada anual	194
3.5.2.4.2. Zonificación biofísica integrada estacional	197
3.5.3 Análisis de la variabilidad espacio-temporal de los datos ambientales	205
3.5.3.1. Temperatura superficial del mar (TSM)	205
3.5.4 Generación de productos cartográficos.....	214
Discusiones Objetivo 5.....	218
3.6. Objetivo específico 6. Reforzar las capacidades técnicas en los profesionales responsables de administrar y procesar el sistema de automatización implementado.	226

3.6.1 Software disponible para la capacitación	226
3.6.2 Infraestructura y equipos informáticos	227
3.6.3 Programa del curso	227
3.6.4 Metodología de enseñanza y Evaluación del aprendizaje.....	227
3.6.5 Aula Virtual	229
3.6.6 Certificación del curso	230
3.6.7 Evaluación del curso de capacitación	230
4. TALLER DE DIFUSIÓN DE RESULTADOS PROYECTO FIPA 2016-13.....	231
5. CONCLUSIONES	234
6. RECOMENDACIONES	243
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	246
8. ANEXOS.....	252
ANEXO 1. ACTAS DE ACUERDO REUNIONES	253
1ª Reunión de Presentación y Coordinación Proyecto FIP 2016-13	253
2ª Reunión Proyecto FIP-2016-13	256
3ª Reunión Proyecto FIP-2016-13	259
4ª Reunión Proyecto FIP-2016-13	261
5ª Reunión Proyecto FIP-2016-13	263
6ª Reunión Proyecto FIP-2016-13	269
7ª Reunión Proyecto FIPA-2016-13	271
8ª Reunión Proyecto FIPA-2016-13	273
ANEXO 2. OBJETIVO ESPECÍFICO N°1	276
RESUMEN ESTADÍSTICO BÁSICO POR VARIABLE AMBIENTAL PMMR	276
GRÁFICOS DE PROBABILIDAD NORMAL Y RESULTADOS DE ANDERSON-DARLING PARA VARIABLES AMBIENTALES PMMR	278
RESULTADOS DE DATOS TRANSFORMADOS POR ESTACIÓN PARA VARIABLES AMBIENTALES PMMR	282

MAPAS PUNTUALES DE VARIABILIDAD ESTACIONAL PARA VARIABLES AMBIENTALES PMMR	283
GRÁFICOS DE TENDENCIA DIRECCIONAL PARA VARIABLES AMBIENTALES PMMR	290
MODELOS DE INTERPOLACIÓN ESTACIONALES OBTENIDOS CON GS+ PARA VARIABLES AMBIENTALES PMMR	295
ESTADÍSTICOS DE ERROR MODELOS INTERPOLACIÓN PARA VARIABLES AMBIENTALES PMMR	297
MAPAS DE PREDICCIÓN Y ERROR ESTÁNDAR PARA VARIABLES AMBIENTALES PMMR	299
CURVAS DE RESPUESTA DE MODELOS ESTACIONALES	313
ANEXO 3 OBJETIVO ESPECÍFICO N°2	325
DIAGNÓSTICO DE LA INFORMACIÓN DE LOS INFORMES FINALES CATASTRO DE ESPECIES NOCIVAS VIII REGIÓN (ASIPA 2015)	325
REPORTE DE OBSERVACIONES Y ERRORES EN LA REVISIÓN DE LA BASE DE DATOS GENERAL: POR VARIABLE DE ESTUDIO.	346
PROTOCOLO DE MIGRACIÓN DE LAS BASES DE DATOS DEL PROGRAMA DE MONITOREO DE MAREA ROJA ..	358
RESUMEN DE PARÁMETROS DE LOS MODELOS DE INTERPOLACIÓN: ZONAS 2 A LA 6	362
Zona 2	362
Zona 3	363
Zona 4	364
Zona 5	365
Zona 6	366
MODELOS ESTACIONALES	367
ANEXO 4 OBJETIVO ESPECÍFICO N°3	372
ANEXO 5. OBJETIVO ESPECÍFICO N°4	378
ENCUESTAS DE DIAGNÓSTICO.....	378
ANEXO 6 OBJETIVO ESPECÍFICO N°6	390
PROGRAMA DEL CURSO.....	390
CRONOGRAMA DEL CURSO.....	394
JUSTIFICACIÓN REEMPLAZO ALUMNA CURSO DE CAPACITACIÓN.....	397
REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LAS CLASES DEL CURSO DE CAPACITACIÓN.....	399

MÓDULOS DEL AULA VIRTUAL COMO APOYO AL CURSO DE CAPACITACIÓN	401
CERTIFICACIONES CURSO DE CAPACITACIÓN	411
ENCUESTAS DE EVALUACIÓN DEL CURSO.....	417
ANEXO 7. FACTURAS DE COMPRAS SOFTWARE.....	423
ANEXO 8. LICENCIAS DEL SOFTWARE GS+10	425
ANEXO 9. TALLER DE DIFUSIÓN DE RESULTADOS.....	429
INVITACIÓN	429
LISTA DE ASISTENTES	430
PROGRAMA	431
REGISTRO FOTOGRÁFICO.....	432
NOTICIAS DEL TALLER	435
ANEXO 10. ARTICULO CIENTIFICO ENVIADO A REVISIÓN EN HARMFUL ALGAE....	440
ANEXO 11. CARTA GANTT.....	458
ANEXO 12. PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD	459

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Definición del área de estudio.....	6
Figura 2. Definición del área de estudio Programa de Monitoreo Larval de Mitílidos.....	8
Figura 3. Ejemplo de análisis de sensibilidad de variograma.....	11
Figura 4. Ejemplo de aplicación de Kriging en 2d, Software GS+.....	12
Figura 5. Interfaz gráfica de MaxEnt.....	13
Figura 6. Muestra de resultados MaxEnt.....	14
Figura 7. Diagrama metodológico de generación de base de datos y modelación en MaxEnt.....	15
Figura 8. Diagrama de flujo de la información visualizada a través de un Geoportal.....	16
Figura 9. Encuesta de diagnóstico.....	17
Figura 10. Esquema de trabajo para la normalización y estructuración de la información del PMMR de IFOP.....	19
Figura 11. Esquema de trabajo normalización y estructuración información Programa de Monitoreo de Mitílidos.....	20
Figura 12. Ejemplo de estructuración de las tablas Excel.....	21
Figura 13. Diagrama metodológico aplicado para la zonificación biofísica de la zona de estudio.....	26
Figura 14. Formato de salida cartografías A3 – horizontal.....	30
Figura 15. Base de datos Proyecto FIP 2014-76, GDB's históricas.....	34
Figura 16. Área de estudio Proyecto FIP 2014-76.....	35
Figura 17. Estructura toolbox Modelo FIP 2014-76.....	36
Figura 18. Carga modelo REPLA desde catálogo ArcGIS.....	37
Figura 19. Ejemplo de capas intermedias a ser direccionadas del modelo de interpolación de Clorofila <i>a</i> destacadas en cuadros rojos.....	38
Figura 20. Direccionamiento layer de simbología.....	39
Figura 21. Ejemplo de capas vectoriales y ráster generadas empleando modelo REPLA para el Crucero 1 del año 2013. A) Abundancia relativa y B) Viento (dirección y magnitud).....	40
Figura 22. Modelo abundancia relativa.....	43
Figura 23. Ejemplo del nuevo modelo de espacialización vectorial para abundancia relativa.....	45
Figura 24. Caja de herramientas modelo de espacialización vectorial abundancia relativa.....	47
Figura 25. Modelo de toxinas VDM para especies centinelas.....	48
Figura 26. Modelo de toxinas VAM-VPM para especies centinelas.....	49
Figura 27. Estructura general modelo de interpolación modelo REPLA v2.0.....	51
Figura 28. Caja de herramientas general para interpolación. 1) Carga entidad con datos originales de interpolación; 2) Configuración directorio de salida para datos originales; 3) Nombre de entidad vectorial de salida para datos originales; 4) Modelo Geoestadístico base (verano, otoño, invierno o primavera); 5) Modelo Geoestadístico de error estándar; 6) Definición de tamaño de celda; 7) Dirección archivo de salida interpolación; 8) Dirección archivo de salida error estándar; 9) Parámetros de entrada para interpolación; 10) Salida para validación cruzada; 11) configuración de campos de salida para capa vectorial de datos originales.....	52
Figura 29. Patrón de distribución estaciones FIP 2014-76 (88 puntos).....	56
Figura 30. Nivel de clusterización (dispersión) en relación a la distancia.....	57
Figura 31. Paso 1 de modelación: Selección de método de Kriging Ordinario (OK), transformación de datos y selección de tendencia.....	60
Figura 32. Paso 2 de modelación: Visualización modelo de tendencia y bondad de ajuste.....	61

Figura 33. Paso 3 de modelación: Ajuste estructural de semivariograma, modelación de anisotropía, configuración de lags y número de lags.	61
Figura 34. Paso 4 de modelación: Vista previa de capa de predicción, ajuste de número mínimo y máximo de vecinos, configuración de sectores de búsqueda.	62
Figura 35. Paso 5 de modelación: Vista de correlación cruzada y análisis de estadísticos de bondad de ajuste y sensibilidad de la modelación geoestadística.	63
Figura 36. Ejemplo de variables de entrada del modelo: imágenes de variables geográficas (latitud y longitud) temporales (enero), y ambientales (clorofila 0-10m, temperatura 0-10m, salinidad 0-10m, oxígeno 0-10m, viento) promedios mensuales de 2014 generadas con modelo REPLA.	65
Figura 37. Área de influencia de la abundancia relativa de <i>A. catenella</i> para el período 2008-2013.	66
Figura 38. Imágenes mensuales de estimación de abundancia relativa de <i>Alexandrium catenella</i> para 2014.	67
Figura 39. Relación entre valores observados versus estimados para el modelo de estimación de <i>Alexandrium catenella</i> aplicado con datos mensuales de 2014.	68
Figura 40. Área de influencia de la abundancia relativa de <i>D. acuminata</i> para el período 2008-2013.	69
Figura 41. Imágenes mensuales de estimación de abundancia relativa de <i>Dinophysis acuminata</i> para 2014.	70
Figura 42. Relación entre valores observados versus estimados para el modelo de estimación de <i>Dinophysis acuminata</i> aplicado con datos mensuales de 2014.	71
Figura 43. Área de influencia de la abundancia relativa de <i>D. acuta</i> para el período 2008-2013.	72
Figura 44. Imágenes mensuales de estimación de abundancia relativa de <i>Dinophysis acuta</i> para 2014.	73
Figura 45. Relación entre valores observados versus estimados para el modelo de estimación de <i>Dinophysis acuta</i> aplicado con datos mensuales de 2014.	74
Figura 46. Ejemplo ráster Bio-ORACLE para el pH, ajustado al área FIP 2014-76.	77
Figura 47. Ejemplo variables ambientales estacionales interpoladas a partir de los datos del PMMR, invierno de 2013. A) Temperatura del mar (0-10 metros) y B) Clorofila a (0-10 metros).	78
Figura 48. Ejemplo archivo *.csv de ocurrencias para <i>A. catenella</i>	79
Figura 49. Curvas de respuesta de modelo completo para <i>A. Catenella</i> , nitratos y temperatura superficial del mar.	80
Figura 50. Curva ROC promediada para las 10 réplicas generadas del modelo completo, con el valor promedio y desviación estándar del AUC.	81
Figura 51. Distribución de nicho potencial para <i>A. catenella</i> según modelo completo generado con datos ambientales Bio-ORACLE.	82
Figura 52 Distribución de nicho potencial para <i>A. catenella</i> según modelos estacionales generado con datos ambientales PMMR año 2013.	84
Figura 53. Curvas de respuesta de modelo completo para <i>D. acuminata</i> , salinidad y temperatura superficial del mar.	86
Figura 54. Curva ROC promediada para las 10 réplicas generadas del modelo completo, con el valor promedio y desviación estándar del AUC.	87
Figura 55. Distribución de nicho potencial para <i>D. acuminata</i> según modelo completo generado con datos ambientales Bio-ORACLE.	88

Figura 56. Distribución de nicho potencial para <i>D. acuminata</i> según modelos estacionales generado con datos ambientales PMMR año 2013.	90
Figura 57. Ejemplo curvas de respuesta de modelo completo para <i>D. acuta</i> , nitratos y temperatura superficial del mar.	91
Figura 58. Curva ROC promediada para las 10 réplicas generadas del modelo completo, con el valor promedio y desviación estándar del AUC.	92
Figura 59. Distribución de nicho potencial para <i>D. acuta</i> según modelo completo generado con datos ambientales Bio-ORACLE.	93
Figura 60. Distribución de nicho potencial para <i>D. acuta</i> según modelos estacionales generado con datos ambientales PMMR año 2013.	95
Figura 61. Variación y costos de los planes OpenCloud según diferentes características del servidor.	104
Figura 62. Ejemplo de consola de visualización con sistema operativo Windows.	105
Figura 63. Componentes de OpenGeo Suite.	106
Figura 64. Consola de trabajo web de OpenGeo Suite (Dashboard).	107
Figura 65. Botón de acceso a la herramienta Geoserver desde OpenGeo Suite.	108
Figura 66. Consola de acceso a Geoserver.	108
Figura 67. Interfaz de usuario de Geoserver.	109
Figura 68. Interfaz de modificación de la información de contacto en Geoserver.	110
Figura 69. Interfaz de creación de nuevas cuentas de usuario en Geoserver.	110
Figura 70. Configuración de nuevas cuentas de usuario en Geoserver.	111
Figura 71. Editor de nuevas cuentas de usuario en Geoserver.	111
Figura 72. Interfaz de creación de espacios de trabajo en Geoserver.	112
Figura 73. Interfaz de creación de almacenes de datos en Geoserver.	112
Figura 74. Interfaz de capas donde aparece la totalidad de información disponible en Geoserver.	113
Figura 75. Interfaz de estilos donde se puede modificar las simbologías de las capas en Geoserver.	114
Figura 76. Ejemplo de visualización de capas de información vectorial (izquierda) y ráster (derecha) utilizando Geoserver.	115
Figura 77. Ejemplo de visualización de capas de información vectorial (izquierda) y ráster (derecha) utilizando Geoserver.	116
Figura 78. Previsualización de las capas que formarán parte del visualizador de mapas.	116
Figura 79. Ejemplo de visualizador de mapas incorporado en una página web.	117
Figura 80. Ejemplo de consulta realizada al visualizador de mapas web utilizando GeoExplorer.	118
Figura 81. Visualizador de mapas piloto elaborado mediante la utilización de lenguaje HTML5 y biblioteca JavaScript Leaflet.	119
Figura 82. Ejemplo de código básico para la elaboración de un visualizador web con lenguaje HTML5 y Leaflet.	120
Figura 83. Ejemplo de consulta realizada a capa ráster en un visualizador de mapas construido mediante código HTML5 y Leaflet.	120
Figura 84. Ejemplo de diversas configuraciones de las planillas Excel no normalizadas.	126
Figura 85. Comparación tabla de origen (a) y tabla normalizada (b) para la variable abundancia relativa.	128
Figura 86. Ejemplo de GDB con codificación de tablas por subprograma de monitoreo.	133
Figura 87. FileGDB exclusiva para Abundancia Relativa IFOP.	133

Figura 88. Ejemplo de base de datos con tablas incorporadas y nombres de campos de acuerdo a protocolo de almacenamiento y migración.....	134
Figura 89. Distribución de estaciones PMMR para Regiones de Aysén y Magallanes disponibles al año 2014.	135
Figura 90. Agrupación latitudinal de estaciones PMMR realizada con GeoDA 1.8.14 para selección de grupos de interpolación zona sur.	136
Figura 91. Estaciones finales agrupadas por zonas para la generación de plantillas de interpolación.	137
Figura 92. Zonas generadas a mediante polígonos de Thiessen, a partir de estaciones PMMR.	139
Figura 93. Ejemplo mapa de predicción de temperatura del mar estacional (0-10 m) para el año 2013, zona 1.....	142
Figura 94. Ejemplo mapa de distribución del error estándar asociado a la predicción de temperatura del mar estacional (0-10 m) para el año 2013, zona 1.....	143
Figura 95. Ejemplo del uso de la distancia euclidiana mediante IDW (A) y como debiese ser capturada la relación (B).....	145
Figura 96 . Área de estudio proyecto Monitoreo Mitílicos, ejemplo 2013-2014.....	149
Figura 97. Modelo de espacialización vectorial Programa de Monitoreo y Vigilancia de Disponibilidad Larval de Mitílicos.	153
Figura 98. Cartografía de ejemplo para Chorito umbonado, período 2013-2014. Cruceros 1 al 4.	154
Figura 99. Abundancia promedio de Chorito umbonado (a), Cholga umbonada (b) y Choro umbonado (c) para el periodo 2013-2014.....	156
Figura 100. Ejemplo de los metadatos de la imagen TSM MUR de junio 2002.....	163
Figura 101. Ejemplo de imágenes TSM MUR importadas a TerrSet de enero 2003 (a) y enero 2016 (b).	164
Figura 102. Ejemplo de imágenes Cloa MODIS de 4x4 km importadas y procesadas en TerrSet de enero 2003 (a) y enero 2011 (b) y Cloa VIIRS de 4x4 km de enero 2015 (c).....	165
Figura 103. Ejemplo de imágenes Cloa VIIRS de 1x1 km promedio mensual de enero 2015 (a), Cloa VIIRS de 4x4km remuestreadas a 1x1 km de enero 2015 (b) y la imagen Cloa VIIRS de 1x1 km resultante del proceso de superposición para enero 2015 (c).	166
Figura 104. Ejemplo de estructuración planilla Excel con los datos CIMAR Fiordos para la zona de estudio del proyecto.	168
Figura 105. Concentración de clorofila (mg/m3) y temperatura superficial del mar (TSM) promedio de 3 años (2013-2015) con una resolución espacial de 1x1 km.....	172
Figura 106. Resultados obtenidos de la clasificación ISODATA-MSV para: a) 6, b) 7 y c) 8 clases de la TSM y Cloa promedio anual de 3 años (2013 a 2015).....	172
Figura 107. Valores medios (barra azul) y desviación estándar (barra naranja) de la temperatura superficial del mar (TSM) y clorofila (Cloa) derivados de la clasificación de seis (a), siete (b) y ocho (c) clases. Las clases reflejan características de tipos de masas de agua.	174
Figura 108. Concentración de clorofila (mg/m3) y temperatura superficial del mar (TSM) promedio de 3 años (2013-2015) con una resolución espacial de 1x1 km.....	175
Figura 109. Resultados obtenidos de la clasificación ISODATA-MSV para 7 clases de la TSM y Cloa promedio estacional de 3 años (2013 a 2015): a) verano, b) otoño, c) invierno y d) primavera.	176
Figura 110. Valores medios (barra azul) y desviación estándar (barra naranja) de la temperatura superficial del mar (TSM) y clorofila (Cloa) derivados de la clasificación de siete	

clases. para a) verano, b) otoño, c) invierno y d) primavera Las clases reflejan características de tipos de masas de agua.....	178
Figura 111. Resultados anuales obtenidos de la agrupación de Clorofila utilizando algoritmo Delaunay triangulation.	180
Figura 112. Resultados anuales obtenidos de la agrupación de TSM, utilizando el algoritmo Delaunay triangulation.	181
Figura 113. Resultados anuales obtenidos de la agrupación de salinidad, utilizando el algoritmo Delaunay triangulation.	182
Figura 114. Resultados estacionales obtenidos de la agrupación de clorofila, utilizando algoritmo Delaunay triangulation.	184
Figura 115. Resultados estacionales obtenidos de la agrupación de TSM, utilizando algoritmo Delaunay triangulation.	185
Figura 116. Resultados estacionales obtenidos de la agrupación de Salinidad, utilizando algoritmo Delaunay triangulation.	186
Figura 117. Resultados anuales obtenidos de la agrupación de TSM, utilizando algoritmo Delaunay triangulation.	188
Figura 118. Resultados anuales obtenidos de la agrupación de salinidad, utilizando algoritmo Delaunay triangulation.	189
Figura 119. Resultados anuales obtenidos de la agrupación de salinidad, utilizando algoritmo Delaunay triangulation.	190
Figura 120. Resultados anuales obtenidos de la agrupación de TSM, utilizando algoritmo Delaunay triangulation.	191
Figura 121. Resultados anuales obtenidos de la agrupación de Salinidad, utilizando algoritmo Delaunay triangulation.	192
Figura 122. Resultados anuales obtenidos de la agrupación de Oxígeno, utilizando algoritmo Delaunay triangulation.	193
Figura 123. Zonificación biofísica anual por fuente de datos para 7 zonas obtenidas de las imágenes satelitales (a) y los valores promedio y desviación estándar (sd) por área de: b) TSM satelital 2013-2015, c) clorofila (Cloa) satelital 2013-2015, d) salinidad PMMR 2013-2015, e) TSM PMMR 2013-2015, f) Cloa PMMR 2013-2015, g) salinidad CIMAR 1995-2014, h) TSM CIMAR 1995-2014, i) oxígeno disuelto CIMAR 1995-2014.	195
Figura 124. Zonificación biofísica integrada anual para las 7 áreas con sus valores promedios (barra azul) y desviación estándar (sd, barra roja) de la temperatura superficial del mar (TSM), clorofila, salinidad y oxígeno disuelto, obtenidos de la integración de las distintas fuentes: satelital 2013-2015, PMMR 2013-2015 y CIMAR 1995-2014.	196
Figura 125. Zonificación biofísica integrada de verano para las 7 áreas con sus valores promedios (barra azul) y desviación estándar (sd, barra roja) de la temperatura superficial del mar (TSM), clorofila y salinidad, obtenidos de la integración de las distintas fuentes: satelital 2013-2015, PMMR 2013-2015 y CIMAR 1995-2014.	198
Figura 126. Zonificación biofísica integrada de otoño para las 7 áreas con sus valores promedios (barra azul) y desviación estándar (sd, barra roja) de la temperatura superficial del mar (TSM), clorofila y salinidad, obtenidos de la integración de las distintas fuentes: satelital 2013-2015, PMMR 2013-2015 y CIMAR 1995-2014.	200
Figura 127. Zonificación biofísica estacional (invierno) para 7 zonas obtenidas de las imágenes satelitales (a) y valores promedio y desviación estándar (sd) por área de: b) TSM satelital 2013-2015, c) Cloa satelital 2013-2015, d) TSM PMMR 2013-2015, e) Cloa PMMR 2013-2015 y f) salinidad PMMR 2013-2015.	202

Figura 128. Zonificación biofísica estacional (primavera) para 7 zonas obtenidas de las imágenes satelitales (a) y valores promedio y desviación estándar (sd) por área de: b) TSM satelital 2013-2015, c) Cloa satelital 2013-2015, d) salinidad PMMR 2013-2015, e) TSM PMMR 2013-2015, f) Cloa PMMR 2013-2015, g) salinidad CIMAR 1995-2015, h) TSM CIMAR 1995-2015, i) oxígeno disuelto CIMAR 1995-2015.	204
Figura 129. Cubos que muestran la dinámica espacio-temporal de las series de tiempo de las 157 imágenes TSM (a) y 157 imágenes de anomalía de TSM (b).	206
Figura 130. Mapa de localización y perfiles temporales de anomalías de TSM extraídos en 11 áreas de interés para el período 2003-2015. La línea roja indica la tendencia del tipo Theil-Sen.	208
Figura 131. Módulo PCA/EOF.	209
Figura 132. Máscara base para la zona de estudio a una resolución espacial de 1 km.	209
Figura 133. Componentes gráficos del modo espacial para el análisis de la serie de tiempo de 157 imágenes de anomalías de TSM para el período 2003-2015.	211
Figura 134. PCA Componentes 1 (47.96%) y 2 (16.79%), modo espacial, enero 2003 – diciembre 2015.	212
Figura 135. PCA Componentes 1 (32.02%) y 2 (9.43%), modo temporal, enero 2003 – diciembre 2015.	213
Figura 136. Cargas (loadings) en el modo temporal de los componentes 1 (CP1) y 2 (CP2) enero 2003 – diciembre 2015.	214
Figura 137. Ejemplo de cartografía para abundancia relativa de <i>Alexandrium catenella</i> (enero 2014) en formato de salida A3 – horizontal.	215
Figura 138. Ejemplo de cartografía para zonificación biofísica estacional (primavera) en formato de salida A3 – horizontal.	216
Figura 139. Ejemplo de cartografía para abundancia chorito umbonado (larvas/m ³) en formato de salida A1 – horizontal.	217
Figura 140. Portada del manual del curso de capacitación realizado a los profesionales de SUBPESCA.	228
Figura 141. Acta del curso de capacitación firmada por el Director de la Escuela de Ciencias del Mar (Dr. Samuel Hormazábal F.) y el académico responsable del curso (Dr. Claudio Silva G.). En la figura se puede observar toda la información referida al curso dictado, incluyendo los resultados obtenidos por los alumnos, en donde se puede distinguir en rojo al alumno reprobado.	229
Figura 142. Gráficos de probabilidad y ajuste a distribución normal con valores de AD e intervalos de confianza del 95%. A) Verano, B) Otoño, C) Invierno y D) Primavera.	278
Figura 143. Gráficos de probabilidad y ajuste a distribución normal con valores de AD e intervalos de confianza del 95%. A) Verano, B) Otoño, C) Invierno y D) Primavera.	278
Figura 144. Gráficos de probabilidad y ajuste a distribución normal con valores de AD e intervalos de confianza del 95%. A) Verano, B) Otoño, C) Invierno y D) Primavera.	279
Figura 145. Gráficos de probabilidad y ajuste a distribución normal con valores de AD e intervalos de confianza del 95%. A) Verano, B) Otoño, C) Invierno y D) Primavera.	279
Figura 146. Gráficos de probabilidad y ajuste a distribución normal con valores de AD e intervalos de confianza del 95%, salinidad superficial. A) Verano, B) Otoño, C) Invierno y D) Primavera.	280
Figura 147. Gráficos de probabilidad y ajuste a distribución normal con valores de AD e intervalos de confianza del 95%, salinidad 0-10 m. A) Verano, B) Otoño, C) Invierno y D) Primavera.	280

Figura 148. Gráficos de probabilidad y ajuste a distribución normal con valores de AD e intervalos de confianza del 95%. A) Verano, B) Otoño, C) Invierno y D) Primavera.....	281
Figura 149. Distribución espacial y variabilidad estacional promedios estacionales de temperatura ambiente (°C).....	283
Figura 150. Distribución espacial y variabilidad estacional promedios estacionales de temperatura del mar (°C), año 2013.....	284
Figura 151. Distribución espacial y variabilidad estacional promedios estacionales de velocidad del viento (m/s), año 2013.	285
Figura 152. Distribución espacial y variabilidad estacional promedios estacionales de oxígeno disuelto (mg/litro).....	286
Figura 153. Distribución espacial y variabilidad estacional promedios estacionales de salinidad superficial (PSU).	287
Figura 154. Distribución espacial y variabilidad estacional promedios estacionales de salinidad 0-10 m (psu).	288
Figura 155. Distribución espacial y variabilidad estacional promedios estacionales de clorofila a (mg/m ³).	289
Figura 156. Tendencia global temperatura ambiente, Verano de 2013. A) Primer orden, B) Segundo orden y C) Tercer orden.....	290
Figura 157. Tendencia global temperatura ambiente, Otoño de 2013. A) Primer orden, B) Segundo orden y C) Tercer orden.....	290
Figura 158. Tendencia global temperatura ambiente, invierno de 2013. A) Primer orden, B) Segundo orden y C) Tercer orden.....	290
Figura 159. Tendencia global temperatura ambiente, primavera de 2013. A) Primer orden, B) Segundo orden y C) Tercer orden.....	291
Figura 160. Tendencia global temperatura del mar, verano de 2013. A) Primer orden, B) Segundo orden y C) Tercer orden.....	291
Figura 161. Tendencia global temperatura del mar, otoño de 2013. A) Primer orden, B) Segundo orden y C) Tercer orden.....	291
Figura 162. Tendencia global temperatura del mar, invierno de 2013. A) Primer orden, B) Segundo orden y C) Tercer orden.....	291
Figura 163. Tendencia global temperatura del mar, primavera de 2013. A) Primer orden, B) Segundo orden y C) Tercer orden.....	292
Figura 164. Tendencia global velocidad del viento para las 4 épocas del año. A) Primer orden, B) Segundo orden y C) Tercer orden.....	292
Figura 165. Tendencia global oxígeno disuelto, 2013. A) Primer orden, B) Segundo orden y C) Tercer orden.....	293
Figura 166. Tendencia global clorofila <i>a</i> , 2013. A) Primer orden, B) Segundo orden y C) Tercer orden.....	294
Figura 167. Mapas de predicción estacional temperatura ambiente (°C), año 2013.	299
Figura 168. Mapas de predicción estacional de error estándar temperatura ambiente (°C), año 2013.	300
Figura 169. Mapas de predicción estacional de temperatura del mar (°C), año 2013.....	301
Figura 170. Mapas de predicción de error estándar temperatura del mar (°C), año 2013.....	302
Figura 171. Mapas de predicción estacional velocidad del viento (m/s), año 2013.	303
Figura 172. Mapas de predicción de error estándar velocidad del viento (m/s), año 2013.....	304
Figura 173. Mapas de predicción estacional oxígeno disuelto (mg/litro), año 2013.....	305
Figura 174. Mapas de predicción de error estándar oxígeno disuelto (mg/litro), año 2013....	306
Figura 175. Nivel de saturación estacional de oxígeno disuelto (en porcentaje), año 2013. ...	307

Figura 176. Error estándar asociado a la predicción de los valores de saturación de oxígeno disuelto, año 2013.....	308
Figura 177. Mapas de predicción estacional salinidad 0-10 m (psu), año 2013.....	309
Figura 178. Mapas de predicción salinidad superficial (psu), año 2013.....	310
Figura 179. Mapas de predicción estacional clorofila <i>a</i> (mg/m ³), año 2013.....	311
Figura 180. Mapas de predicción de error estándar clorofila <i>a</i> (mg/m ³), año 2013.....	312
Figura 181. Estaciones de Muestreo de Agua y Variables Oceanográficas, VIII región del Biobío.....	326
Figura 182. Estaciones de muestreo Abundancia Relativa.....	327
Figura 183. Estaciones de muestreo Oxígeno disuelto, Salinidad superficial y Temperatura del Mar.....	328
Figura 184. Estaciones de muestreo Toxinas.....	329
Figura 185. Ejemplo de estandarización de las tablas (Abundancia Relativa - Crucero 1).....	337
Figura 186. Ejemplo Modelo de Abundancia Relativa - Crucero 1.....	338
Figura 187. Ejemplo Modelo de Abundancia Relativa <i>Alexandrium ostenfeldii</i> - Crucero 1.....	339
Figura 188. Comparación tabla de origen (a) y tabla normalizada (b) abundancia relativa.....	340
Figura 189. Comparación tabla de origen (a) y tabla normalizada (b) abundancia de quistes.....	341
Figura 190. Comparación tabla de origen (a) y tabla normalizada (b) fitoplancton cualitativo.....	342
Figura 191. Comparación tabla de origen (a) y tabla normalizada (b) fitoplancton cuantitativo.....	342
Figura 192. Comparación tabla de origen (a) y tabla normalizada (b) oxígeno disuelto.....	343
Figura 193. Comparación tabla de origen (a) y tabla normalizada (b) temperatura del mar.....	343
Figura 194. Comparación tabla de origen (a) y tabla normalizada (b) salinidad.....	344
Figura 195. Comparación tabla de origen (a) y tabla normalizada (b) toxinas.....	345
Figura 196. Comparación tabla de origen (a) y tabla normalizada ingresada al SIG (b) para la variable abundancia relativa.....	346
Figura 197. Comparación tabla de origen (a) y tabla normalizada ingresada al SIG (b) para la variable temperatura ambiente.....	347
Figura 198. Comparación tabla de origen (superior) y tabla normalizada ingresada al SIG (inferior) para la variable viento. (Modificaciones principalmente en las codificaciones de las variables registradas).....	348
Figura 199. Comparación formato de tablas entregadas y tablas estandarizadas ingresada al SIG para las variables salinidad y temperatura del mar.....	349
Figura 200. Registros de salinidad y temperatura del mar con ausencia de datos para el año 2006.....	349
Figura 201. Tabla de salinidad con presencia de solo un dato para el año 2006.....	350
Figura 202. Registros de salinidad y temperatura del mar con ausencia de datos para el año 2008.....	350
Figura 203. Inversión de datos de salinidad y temperatura del año 2013 para la estación L19N3.....	351
Figura 204. Inversión de datos de salinidad y temperatura del año 2014 para la estación L02N3.....	351
Figura 205. Comparación tabla de origen (superior) y tabla normalizada ingresada al SIG (inferior) para la variable oxígeno disuelto.....	352
Figura 206. Tabla original de oxígeno disuelto año 2011 sin separación por estrato.....	353

Figura 207. Datos dudosos variable oxígeno disuelto en estratos 5 al 50 en crucero 8, año 2012.	353
Figura 208. Datos dudosos variable oxígeno disuelto en estratos 0 al 30 en Crucero 6, año 2013.	353
Figura 209. Ejemplo que muestra las tablas de origen a) y la tabla normalizada ingresada al SIG b) de la variable clorofila <i>a</i>	354
Figura 210. Comparación tabla de origen (superior) y tabla normalizada ingresada al SIG (inferior) para la variable VAM/VPM.	355
Figura 211. Comparación tabla de origen (superior) y tabla normalizada ingresada al SIG (inferior) para la variable VDM.	355
Figura 212. Ejemplo de estaciones con datos pendientes en crucero 11, año 2015 para la toxina VAM.	356
Figura 213. Ejemplo de estaciones con la sigla Mx Insuf en crucero 5, año 2014 para la toxina VDM.	357
Figura 214. Ejemplo mapa de predicción de temperatura del mar estacional (0-10 m) con error obtenido por validación cruzada para el año 2013, zona 2.	367
Figura 215. Ejemplo mapa de predicción de temperatura del mar estacional (0-10 m) con error obtenido por validación cruzada para el año 2013, zona 3.	368
Figura 216. Ejemplo mapa de predicción de temperatura del mar estacional (0-10 m) con error obtenido por validación cruzada para el año 2013, zona 4.	369
Figura 217. Ejemplo mapa de predicción de temperatura del mar estacional (0-10 m) con error obtenido por validación cruzada para el año 2013, zona 5.	370
Figura 218. Ejemplo mapa de predicción de temperatura del mar estacional (0-10 m) con error obtenido por validación cruzada para el año 2013, zona 6.	371
Figura 219. Cartografía de ejemplo para Chorito umbonado, período 2013-2014. Cruceros 5 al 8.	372
Figura 220. Cartografía de ejemplo para Chorito umbonado, período 2013-2014. Cruceros 9 al 12.	373
Figura 221. Cartografía de ejemplo para Chorito umbonado, periodo 2013-2014. Cruceros 13 al 16.	374
Figura 222. Cartografía de ejemplo para Chorito umbonado, periodo 2013-2014. Cruceros 17 al 20.	375
Figura 223. Cartografía de ejemplo para Chorito umbonado, periodo 2013-2014. Cruceros 21 al 24.	376
Figura 224. Cartografía de ejemplo para Chorito umbonado, periodo 2013-2014. Cruceros 25 al 28.	377
Figura 225. Modificación de los profesionales de SUBPESCA matriculados en el curso de capacitación (en rectángulo rojo las alumnas incorporadas).	398
Figura 226. Dr. Claudio Silva dictando clases del curso a los profesionales de Subpesca en la sala multimedial de la Escuela de Ciencias del Mar, PUCV.	399
Figura 227. Dr. Antonio Canepa dictando clases del curso a los profesionales de Subpesca en la sala multimedial de la Escuela de Ciencias del Mar, PUCV.	399
Figura 228. MSc Pedro Apablaza dictando el capítulo modelos geoestadísticos del curso a los profesionales de Subpesca en la sala multimedial de la Escuela de Ciencias del Mar, PUCV.	400
Figura 229. Geógrafo Cristián Larraguibel dictando la Unidad 9 del curso a los profesionales de Subpesca en la sala multimedial de la Escuela de Ciencias del Mar, PUCV.	400
Figura 230. Página de información general del Aula Virtual del curso de capacitación.	401

Figura 231. Material de apoyo disponible (Módulo 1) en el Aula Virtual del curso de capacitación.....	402
Figura 232. Material de apoyo disponible (Módulo 2) en el Aula Virtual del curso de capacitación.....	403
Figura 233. Material de apoyo disponible (Módulo 3) en el Aula Virtual del curso de capacitación.....	404
Figura 234. Material de apoyo disponible (Módulo 4) en el Aula Virtual del curso de capacitación.....	405
Figura 235. Material de apoyo disponible (Módulo 5) en el Aula Virtual del curso de capacitación.....	406
Figura 236. Material de apoyo disponible (Módulo 6) en el Aula Virtual del curso de capacitación.....	407
Figura 237. Material de apoyo disponible (Módulo 7) en el Aula Virtual del curso de capacitación.....	408
Figura 238. Material de apoyo disponible (Módulo 8) en el Aula Virtual del curso de capacitación.....	409
Figura 239. Material de apoyo disponible (Módulo 9) en el Aula Virtual del curso de capacitación.....	410
Figura 240. Certificado de inscripción del curso de capacitación “Herramientas estadísticas para el análisis de ecosistemas marinos” como Actividad de Extensión Académica en la Dirección General de Vinculación con el medio de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.....	411
Figura 241. Certificado de resolución N° 27/2017 que autoriza a la Escuela de Ciencias del Mar a realizar la Actividad de Extensión Académica “Herramientas estadísticas para el análisis de ecosistemas marinos” a los profesionales de SUBPESCA.....	412
Figura 242. Ejemplo de certificado de aprobación del curso “Herramientas estadísticas para el análisis de ecosistemas marinos” emitido por la Dirección General de Vinculación con el Medio de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.....	413
Figura 243. Informe de Evaluación del curso de capacitación realizado a los profesionales de SUBPESCA.....	418
Figura 244. Evaluación del curso de capacitación realizado a los profesionales de SUBPESCA.....	419
Figura 245. Dr Samuel Hormazábal (Director de la Escuela de Ciencias del Mar) dando la bienvenida al taller de difusión de resultados.....	432
Figura 246. Exposición Sr. Daniel Segura (SUBPESCA).....	433
Figura 247. Público asistente al taller de difusión.....	433
Figura 248. Público asistente al taller de difusión.....	434
Figura 249. Foto oficial de los participantes del taller de difusión de resultados.....	434

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Resumen de estaciones incluidas en el área de estudio	7
Tabla 2. Estaciones Programa Monitoreo Larval de Mitílidos.....	9
Tabla 3. Flujo de componentes de un Geoportal	16
Tabla 4. Consumo de créditos según servicio utilizado	23
Tabla 5. Características de hardware en computadores disponibles en la Escuela de Ciencias del Mar para el trabajo con los softwares R y ArcGIS	31
Tabla 6 Resumen de estaciones y frecuencias de muestreo FIP 2014-76	35
Tabla 7. Escala de abundancia relativa empleada por el Proyecto FIP 2014-76.....	42
Tabla 8. Tabla ejemplo abundancia relativa.....	44
Tabla 9. Simbología modelo de abundancia relativa.....	46
Tabla 10. Ejemplo de tabla de datos modificada para clorofila <i>a</i> FIP 2014-76	53
Tabla 11. Episodios El Niño/La Niña 2006-2016 en relación al ONI.....	54
Tabla 12. Resumen Average Nearest Neighbor	56
Tabla 13. Registros de ocurrencia histórica sobre nivel 1 para <i>A. catenella</i> , <i>D. acuminata</i> y <i>D. acuta</i> , obtenido del PMMR (2006-2015)	76
Tabla 14. Contribución relativa (%) y permutación de importancia de las variables ambientales al modelo MaxEnt para <i>A. catenella</i>	81
Tabla 15. Resumen de estadísticas de ajuste de modelos estacionales para <i>A. catenella</i> , obtenidos mediante MaxEnt con datos ambientales del PMMR.....	83
Tabla 16. Contribución relativa (%) de las variables ambientales al modelo MaxEnt para <i>A. catenella</i> , a nivel estacional	83
Tabla 17. Contribución relativa (%) y permutación de importancia de las variables ambientales al modelo MaxEnt para <i>D. acuminata</i>	87
Tabla 18. Resumen de estadísticas de ajuste de modelos estacionales para <i>D. acuminata</i> , obtenidos mediante MaxEnt con datos ambientales del PMMR.....	89
Tabla 19. Contribución relativa (%) y permutación de importancia de las variables ambientales al modelo MaxEnt para <i>D. acuminata</i> a nivel estacional.....	89
Tabla 20 Contribución relativa (%) y permutación de importancia de las variables ambientales al modelo MaxEnt para <i>D. acuta</i>	92
Tabla 21. Resumen de estadísticas de ajuste de modelos estacionales para <i>D. acuta</i> , obtenidos mediante MaxEnt con datos ambientales del PMMR	94
Tabla 22. Contribución relativa (%) y permutación de importancia de las variables ambientales al modelo MaxEnt para <i>D. acuta</i> a nivel estacional con datos PMMR.....	94
Tabla 23. Comparación entre ArcGis Online y los sistemas Open Source.	99
Tabla 24. Frecuencia de cruceros y número de estaciones por variable y período de medición	129
Tabla 25. Especies y nomenclatura abundancia relativa	130
Tabla 26. Resumen de estaciones disponibles para modelos de interpolación zona sur	135
Tabla 27. Resumen de estaciones por área de interpolación zona sur.....	137
Tabla 28. Resumen de modelos de interpolación geoestadísticos aplicados en la zona 1	140
Tabla 29. Resumen de modelos de interpolación determinísticos aplicados en la zona 1	141
Tabla 30. Resumen tabla de programa de monitoreo y vigilancia de disponibilidad larval de mitílidos.....	147
Tabla 31. Localización geográfica del área de estudio.....	148
Tabla 32. Número de cruceros por etapa.....	150

Tabla 33. Tabla normalizada de información del programa de monitoreo y vigilancia de disponibilidad larval de mitílidos	151
Tabla 34. Profesionales de IFOP encuestados.....	157
Tabla 35. Formatos de salida para la información generada por IFOP.	160
Tabla 36. Formatos compatibles con portal Arcgis Online.....	161
Tabla 37. Zonificación biofísica integrada anual para las 7 áreas, obtenida de los valores promedio y desviación estándar (sd) de la TSM, Cloa, salinidad (Sal) y oxígeno disuelto (OD) registrados por las distintas fuentes: satelital 2013-2015, PMMR 2013-2015 y CIMAR 1995-2014.	197
Tabla 38. Zonificación biofísica integrada estacional (verano) para las 7 áreas, obtenida de los valores promedio y desviación estándar (sd) de la TSM, Cloa y salinidad (Sal) registrados por las distintas fuentes: satelital 2013-2015 y PMMR 2013-2015.....	199
Tabla 39. Zonificación biofísica integrada estacional (otoño) para las 7 áreas, obtenida de los valores promedio y desviación estándar (sd) de la TSM, Cloa y salinidad (Sal) registrados por las distintas fuentes: satelital 2013-2015 y PMMR 2013.	201
Tabla 40. Zonificación biofísica integrada estacional (invierno) para las 7 áreas, obtenida de los valores promedio y desviación estándar (sd) de la TSM, Cloa y salinidad (Sal) registrados por las distintas fuentes: satelital 2013-2015 y PMMR 2013.....	203
Tabla 41. Zonificación biofísica integrada estacional (primavera) para las 7 áreas, obtenida de los valores promedio y desviación estándar (sd) de la TSM, Cloa, salinidad (Sal) y oxígeno disuelto (OD) registrados por las distintas fuentes: satelital 2013-2015, PMMR 2013 y CIMAR 1995-2014.....	205
Tabla 42. Varianza explicada por cada componente para el análisis de la serie de tiempo de 157 imágenes de anomalías de TSM para el período 2003-2015.....	210
Tabla 43. Varianza explicada por cada componente para el análisis de la serie de tiempo de 157 imágenes de anomalías de TSM para el período 2003-2015.....	213
Tabla 44. Resumen de datos temperatura ambiente año 2013	276
Tabla 45. Resumen de datos temperatura del mar 0-10 metros año 2013.....	276
Tabla 46. Resumen de datos velocidad del viento (m/s) año 2013	276
Tabla 47. Resumen de datos oxígeno disuelto 0 a 10 m, año 2013.....	276
Tabla 48. Resumen de datos salinidad superficial año 2013.....	277
Tabla 49. Resumen de datos salinidad 0-10 m, año 2013	277
Tabla 50. Resumen de datos clorofila a 0-10 m, año 2013	277
Tabla 51. Resultados de la aplicación de transformaciones a datos de temperatura ambiente sobre estadísticos para ajuste a distribución normal.....	282
Tabla 52. Resultados de la aplicación de transformaciones a datos de temperatura del mar sobre estadísticos para ajuste a distribución normal.....	282
Tabla 53. Resultados de la aplicación de transformaciones a datos de clorofila a sobre estadísticos para ajuste a distribución normal	282
Tabla 54. Modelos de semivariogramas anisotrópicos seleccionados mediante GS+ 10.0 para temperatura ambiente	295
Tabla 55. Modelos de semivariogramas anisotrópicos seleccionados mediante GS+ 10.0 para temperatura del mar	295
Tabla 56. Modelos de semivariogramas anisotrópicos seleccionados mediante GS+ 10.0 para velocidad del viento.....	295
Tabla 57. Modelos de semivariogramas anisotrópicos seleccionados mediante GS+ 10.0 para oxígeno disuelto.....	295

Tabla 58. Modelos de IDW seleccionados mediante GS+ 10.0 y ArcGis para salinidad superficial y de 0-10 m	296
Tabla 59. Modelos de semivariogramas anisotrópicos seleccionados mediante GS+ 10.0 para clorofila <i>a</i>	296
Tabla 60. Estadísticos de ajuste para los 4 modelos estacionales de semivariogramas ajustados mediante Geostatistical Wizard.....	297
Tabla 61. Estadísticos de ajuste para los 4 modelos estacionales de semivariogramas ajustados mediante Geostatistical Wizard.....	297
Tabla 62. Estadísticos de ajuste para los 4 modelos estacionales de semivariogramas ajustados mediante Geostatistical Wizard.....	297
Tabla 63. Estadísticos de ajuste para los 4 modelos estacionales de semivariogramas ajustados mediante Geostatistical Wizard.....	298
Tabla 64. Estadísticos de ajuste para los 4 modelos estacionales de semivariogramas ajustados mediante Geostatistical Wizard.....	298
Tabla 65. Estaciones de monitoreo abundancia relativa.....	330
Tabla 66. Especies catastradas y nomenclatura abundancia relativa.....	330
Tabla 67. Estaciones de monitoreo abundancia de quistes.....	331
Tabla 68. Especies catastradas y nomenclatura abundancia de quistes.....	331
Tabla 69. Estaciones de monitoreo fitoplancton cualitativo	332
Tabla 70. Especies catastradas y nomenclatura fitoplancton cualitativo.....	332
Tabla 71. Estaciones de monitoreo fitoplancton cuantitativo	333
Tabla 72. Especies catastradas y nomenclatura fitoplancton cuantitativo.....	333
Tabla 73. Estaciones de monitoreo oxígeno disuelto	335
Tabla 74. Estaciones de monitoreo temperatura del mar	335
Tabla 75. Estaciones de monitoreo temperatura del mar	336
Tabla 76. Estaciones de monitoreo temperatura del mar	336

1. INTRODUCCIÓN

Las floraciones de algas nocivas (FAN), comúnmente denominadas “Mareas Rojas” son eventos naturales causados por organismos fitoplanctónicos microscópicos, que en condiciones ambientales favorables para su desarrollo se multiplican exponencialmente y se concentran en determinadas localidades. Estos eventos han sido causantes de la paralización de actividades de pesca extractiva y de acuicultura, con su consecuente daño económico y en la salud de la población humana (Anderson *et al.*, 2002; Buschmann, 2005; Genovesi *et al.*, 2013; Berdalet *et al.*, 2015).

En Chile, se ha identificado la presencia de toxinas como el Veneno Paralizante (VPM), Veneno Diarreico (VDM) y Veneno Amnésico (VAM), junto a las especies precursoras de éstos como son *Alexandrium catenella*, *Dinophysis acuta*, *Dinophysis acuminata*, *Pseudo-nitzschia cf. australis* y *Pseudo-nitzschia cf. pseudodelicatissima*. Asimismo, se han detectado una variedad de otras toxinas como espirólidos, pectenotoxinas, yesotoxinas, azaspirácidos y gimnodiminas, aunque para las primeras tres, la fuente primaria son *Alexandrium ostenfeldii*, *Dinophysis acuminata* y *Protoceratium reticulatum*, respectivamente, en los otros dos casos se desconoce la fuente primaria de las toxinas, aunque se sospecha de *Azadinium sp* y *A. ostenfeldii* (IFOP, 2012; LABTOX, 2015).

Alexandrium catenella se ha detectado a partir de 1972 en Magallanes (Guzmán *et al.*, 1975); y en 1998 su presencia fue observada en el extremo sur de Chiloé. En los últimos años esta especie ha sido registrada reiteradamente en la X^a, XI^a y XII^a Regiones, principalmente en Magallanes y Aysén (Guzmán *et al.*, 2002; Clément, 2003; Fuentes *et al.*, 2006; Mardones *et al.*, 2010; Diaz *et al.*, 2014). Debido a esta tendencia de expansión en su distribución geográfica hacia el norte con un *bloom* significativo en 2016 en la zona norte de la Región de los Lagos y la zona oceánica de la Isla de Chiloé (Mardones *et al.*, 2016); y a los efectos negativos de las FAN de *A. catenella*, se ha considerado esta especie como plaga hidrobiológica, de acuerdo a lo definido en el Reglamento sobre Plagas Hidrobiológicas (REPLA) D.S N°345/2005 y sus modificaciones.

Dentro de los mandatos establecidos por el REPLA y con objeto de prevenir, controlar y mitigar el efecto de las plagas hidrobiológicas en el país, se estableció monitoreos de su evolución a

través del Programa de Manejo y Monitoreo de las Mareas Rojas (PMMR), a ser desarrollado por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP). Este programa tiene como principal objetivo la detección de eventos de floración para generar las acciones precautorias pertinentes para aminorar sus efectos negativos mediante un sistema de muestreo, que permita cuantificar las abundancias de especies portadoras de las distintas toxinas VPM, VDM, VAM, y la cuantificación de toxinas acumuladas en las especies filtradoras sujetas a explotación, lo cual es abordado por los laboratorios de las Secretarías Regionales Ministeriales de Salud. Este programa se extiende desde Cochamó ($41^{\circ}29'47''\text{S}$) en la Xª Región de Los Lagos, hasta Islotes Mariotti ($55^{\circ}12'43''\text{S}$) en la XIIª Región de Magallanes, disponiendo un total de 208 estaciones distribuidas en áreas representativas de cada región. Estas estaciones se encuentran divididas por subprogramas, los cuales responden a requerimientos especiales de frecuencia de muestreo y ubicación geográfica. Cabe señalar que además de registrar la presencia y abundancia de las especies de microalgas nocivas y cuantificación de toxinas en especies filtradoras, se registran variables oceanográficas (temperatura del mar, salinidad, densidad, transparencia y oxígeno disuelto), y meteorológicas (temperatura del aire, presión atmosférica, nubosidad, velocidad y dirección del viento).

Considerando los antecedentes expuestos, se generó el Proyecto “Modelo e implementación de un sistema de seguimiento y vigilancia de Mareas Rojas al Sistema de Información Geográfica de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura” (I Etapa), el cual fue financiado como proyecto FIP 2014-76. Este proyecto tuvo como objetivo general diseñar y establecer un sistema automatizado para la visualización espacio-temporal del monitoreo de algas nocivas, utilizando como fuente principal los datos provenientes del PMMR. El área de estudio de esta primera fase se localizó entre la Xª Región de Los Lagos ($41^{\circ}29'47''\text{S}$) y el sector norte de la XIª Región de Aysén del General Carlos Ibañez del Campo ($44^{\circ}29'34''\text{S}$), incluyendo 88 estaciones de monitoreo.

Uno de los productos de esta primera etapa, consistió en la elaboración de un modelo de visualización automatizado, para ser desplegado en el Sistema de Información Geográfica (SIG) de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), con la información biológica y ambiental generada por el PMMR. Este modelo se desarrolló como un Toolbox del software SIG ArcGis, que integró dentro de su estructura, los modelos de espacialización de los datos de

las diversas variables consideradas (cada caja de herramientas independiente entre sí). Se elaboraron los modelos en la plataforma ModelBuilder de este mismo software, los cuales contemplaron la entrada de los datos mediante una planilla Excel, y como productos de salida, información en formato vectorial y ráster. Como otro producto de esta Primera Etapa, se procesaron las bases de datos del PMMR para el periodo 2006-2013, con el fin de llevar a cabo análisis estadísticos con el objetivo de identificar relaciones espaciales entre las variables biológicas (específicamente, entre las abundancias de microalgas nocivas y la concentración de toxinas en organismos filtradores, con variables ambientales como temperatura, salinidad, clorofila *a*, oxígeno disuelto y velocidad del viento).

En la actualidad, SUBPESCA ha requerido incluir nueva información para ser utilizada y desplegada dentro del citado SIG. En este sentido, se considera incluir la información del Programa de Monitoreo Larval de Mitílidos, que también es ejecutado por IFOP. Este programa se lleva a cabo desde el 2013 a la fecha en la zona del mar interior de Chiloé y sector Estero Pitipalena, y extendiéndose en etapas posteriores a otras zonas de la Región de Aysén (Canal Darwin y Estero Quitralco) abarcando una zona que va desde los 41°29'47''S hasta los 45°45'50''S. Este programa utiliza como plataforma de muestreo las estaciones monitoreadas por el PMMR, a las cuales se agrega el monitoreo de las abundancias de larvas de las 3 especies de mitílidos de interés comercial, cholga (*Aulacomya atra*), choro zapato (*Choromytilus chorus*) y chorito (*Mytilus chilensis*), las que son cuantificadas en términos de abundancia total en cada uno de sus estados de desarrollo larval. La información generada por este monitoreo tiene por objeto vigilar las variaciones en las abundancias de estas especies, y relacionarlas con las variables ambientales. Este programa de Monitoreo Larval de Mitílidos, actualmente se encuentra en su IV etapa de ejecución (año 2016-17), y sus resultados, aún cuando son enviados regularmente a los usuarios del sector mitilicultor, pueden ser representados en un SIG para mejorar el análisis interno dentro de SUBPESCA, además de facilitar la difusión hacia los usuarios.

Por lo antes expuesto, se hace necesario evaluar el sistema de visualización de seguimiento de Mareas Rojas, implementado desde el 2015, con el fin de realizar las mejoras necesarias al modelo de análisis y procesamiento de la información. Esto con el fin de optimizar y espacializar de manera correcta los eventos de Mareas Rojas.

Sumado a lo anterior, este proyecto, correspondiente a la Etapa II del FIP 2014-76, contempla incluir la totalidad de las estaciones del PMMR, lo que permitirá la visualización del comportamiento espacio-temporal integral de los eventos de Mareas Rojas, para las 3 Regiones donde se lleva a cabo dicho programa, además de incorporar la data generada por el Programa de Monitoreo Larval de Mitílidos. Esta información cobra mayor utilidad y facilidad de entendimiento, cuando es representada a través de productos cartográficos sustentados en análisis geoespaciales que den cuenta de las variaciones y relaciones medioambientales que puedan influir en etapas tempranas de desarrollo de estas especies.

La necesidad de diseñar e implementar un sistema automatizado para la visualización espacio temporal de datos del PMMR y de abundancias larvales de especies de mitílidos, junto a una adecuada divulgación continua de la distribución espacial de las abundancias de microalgas nocivas, permitirán que tanto los usuarios públicos como privados, tengan acceso a información de manera expedita, regionalizada¹ y actualizada, con el propósito de que puedan tomar los resguardos necesarios de forma oportuna, y de esta forma, además, dar cumplimiento a la Ley N° 20.285 de transparencia y acceso a la información pública.

1.1 Objetivo General

Establecer e implementar un sistema automatizado para la visualización espacio temporal de los florecimientos de algas nocivas y de abundancias larvales de especies de mitílidos, utilizando como fuente los datos provenientes del Programa de Manejo y Monitoreo de las Mareas Rojas y del Programa de Monitoreo Larval de Mitílidos, que sea compatible con el Sistema de Información Geográfica de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

1.2 Objetivos Específicos

¹ Se refiere a variables con un componente espacial que de acuerdo a sus características comunes delimitan un espacio geográfico

1. *Realizar un diagnóstico, validación y mejora, si estas fueran necesarias, del actual modelo geoestadístico y sistema automatizado de visualización de seguimiento de los Florecimientos de Algas Nocivos (Marea Roja).*
2. *Incorporar al actual sistema de visualización y los modelos geoestadísticos, la totalidad de la información generada en las estaciones de muestreo del Programa de Mareas Rojas.*
3. *Incorporar al actual sistema de visualización todas las abundancias larvales de las especies monitoreadas por el Programa de Monitoreo de Mitílicos.*
4. *Estudiar la factibilidad para incorporar información relevante desarrollada por IFOP que complemente el sistema de visualización implementado en la primera etapa.*
5. *Caracterizar el área de estudio que abarca el Programa de Marea Roja, y proponer zonas de comportamiento similar en base a parámetros fisicoquímicos.*
6. *Reforzar las capacidades técnicas en los profesionales responsables de administrar y procesar el sistema de automatización implementado.*

2. METODOLOGÍA

2.1. Objetivo específico 1: Realizar un diagnóstico, validación y mejora, si estas fueran necesarias, del actual modelo geoestadístico y sistema automatizado de visualización de seguimiento de los Florecimientos de Algas Nocivas (Marea Roja).

2.1.1 Área de estudio

El área de estudio se localiza entre Cochamó (41°29'47''S), Xª Región de Los Lagos e Islotes Mariotti (44°29'34''S), en la XIIª Región de Magallanes y la Antártica Chilena (Figura 1).

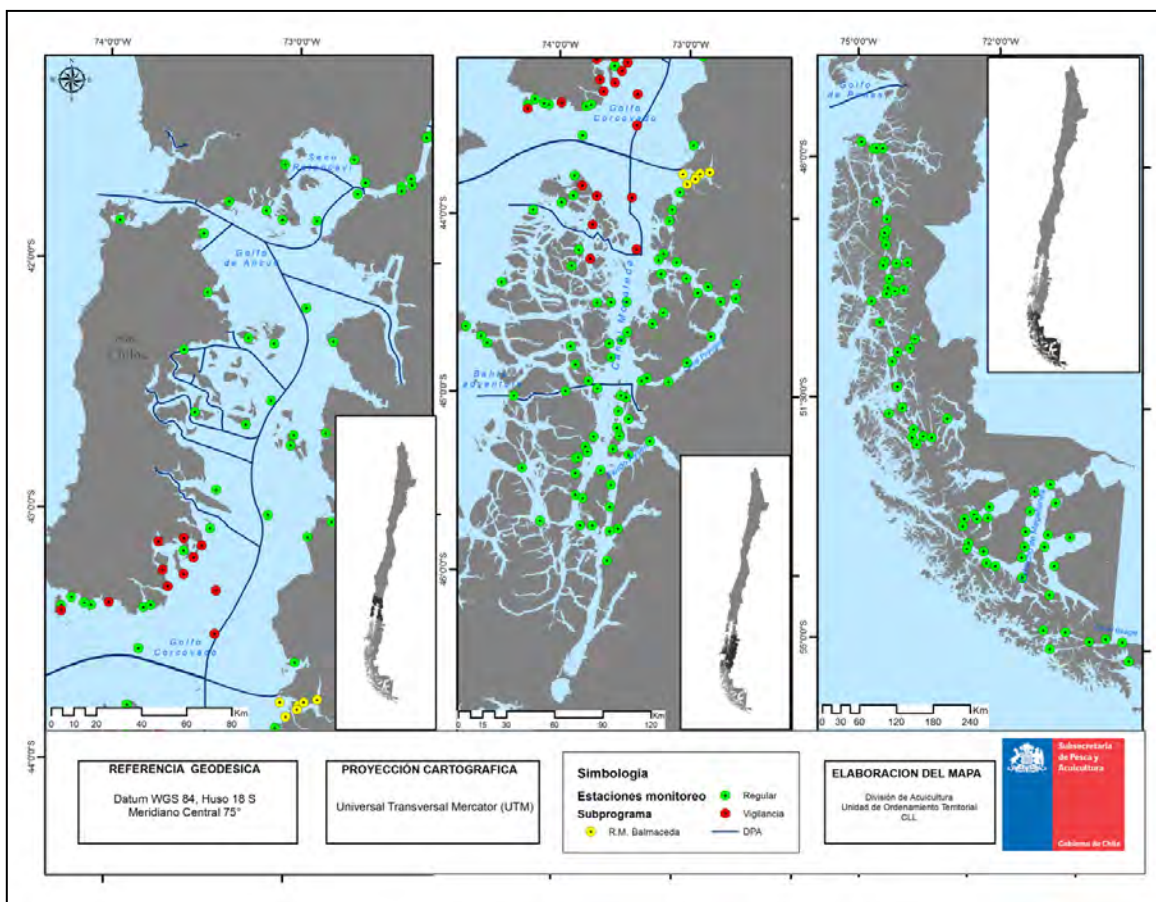


Figura 1. Definición del área de estudio.

Fuente: Términos Técnicos de Referencia Proyecto FIP 2016-13.

El área considera un total de 208 estaciones de monitoreo activas a la fecha (Tabla 1), todas pertenecientes al PMMR de IFOP. De éstas, 17 corresponden al Subprograma de Vigilancia y 6 al Subprograma de Raúl Marín Balmaceda; en ambos casos se realiza un muestreo cada 10

días para la estimación de abundancias relativas de especies nocivas. Respecto al Subprograma Regular (185 estaciones para el área de estudio) éste se muestrea con una frecuencia mensual aproximadamente, considerando no solo abundancias sino también otros parámetros oceanográficos y ambientales.

Tabla 1. Resumen de estaciones incluidas en el área de estudio

Subprograma	Regiones			Total Estaciones	Frecuencia Regular	Frecuencia Invernal (Jun-Ago)
	Los Lagos	Aysén	Magallanes			
Raúl Marín Balmaceda	-	6	-	6	10 días	30 días
Regular	44	75	66	185	mensual (aprox.)	30 días
Vigilancia	11	6	-	17	10 días	30 días
Total general	55	87	66	208		

Fuente: Términos Técnicos de Referencia Proyecto FIP 2016-13.

En cuanto a las estaciones que forman parte del Programa de Monitoreo Larval de Mitílidos, cabe señalar que corresponden a 25 estaciones (Tabla 2) distribuidas entre la X^a y XI^a Región, específicamente desde fiordo Reloncaví hasta estero Quitralco (Figura 2).

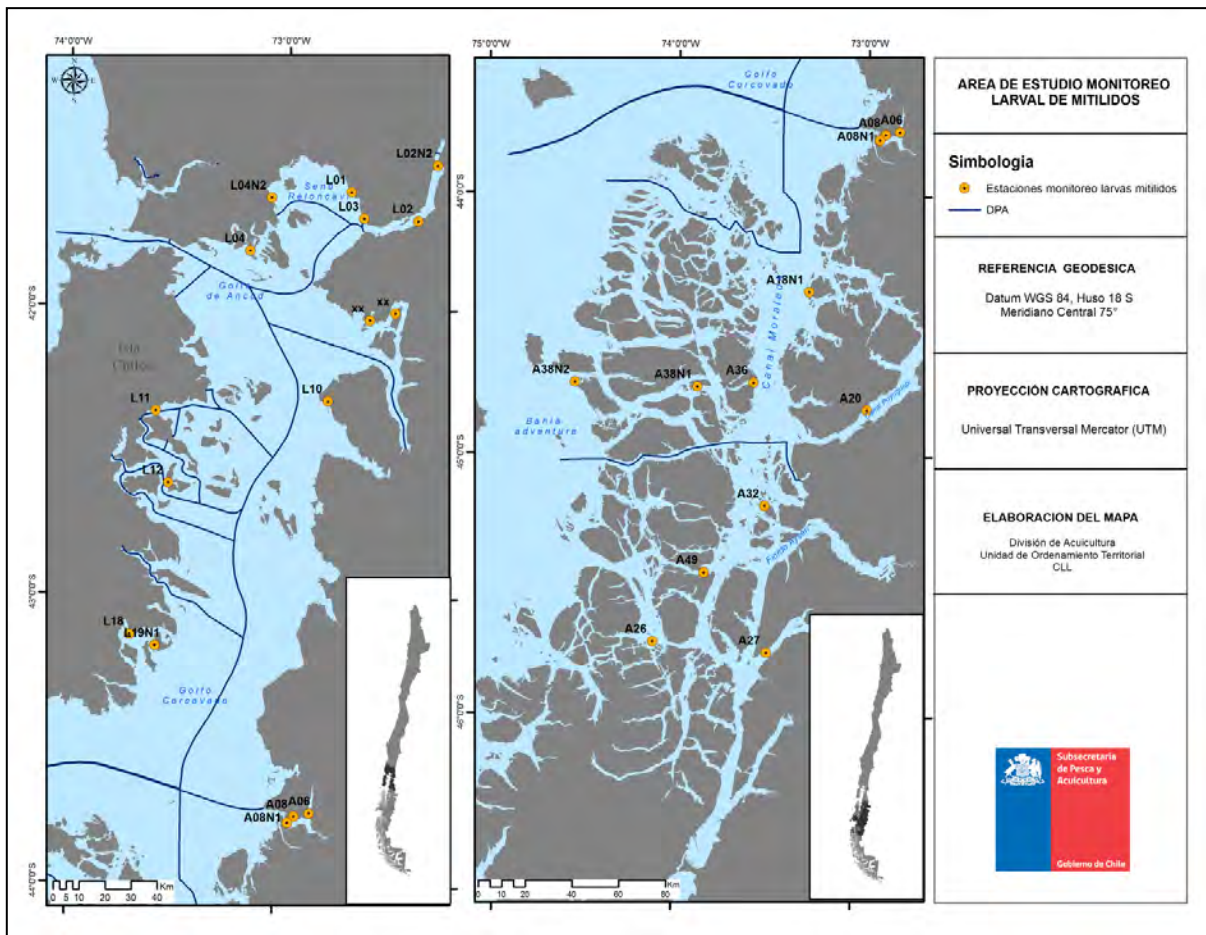


Figura 2. Definición del área de estudio Programa de Monitoreo Larval de Mitilidos

Tabla 2. Estaciones Programa Monitoreo Larval de Mitílidos

Región	Zona	Nº Estación	Estación	Latitud (S)	Longitud (W)
10	Fiordo/Seno Reloncaví	L02N2	Cochamó	41 29 47 S	72 18 41 W
		L02	Yates	41 41 31 S	72 23 39 W
		L03	Caleta La Arena	41 41 16 S	72 38 39 W
		L01	Metri	41 35 48 S	72 42 20 W
		L04N2	Bahía Ilque	41 37 19 S	73 04 23 W
		L04	Calbuco	41 48 26 S	73 10 02 W
	Mar interior Chiloé	xx	Hornpirén	42 00 50 S	72 29 15 W
		xx	Pichicolo	42 02 24 S	72 36 15.5 W
		L10	Ayacara	42 19 25 S	72 47 27 W
		L11	C. Dalcahue	42 22 00 S	73 35 39 W
		L12	I. Quehui	42 36 58 S	73 31 51 W
		L18	Yaldad	43 08 33 S	73 42 12 W
		L19N1	Yelcho	43 10 50 S	73 34 58 W
	11	Estero Pitipalena	A06	Laja Brazo Pillán 1	43 45 15 S
A08			Repollal - E. Las Islas	43 45 55 S	72 54 15 W
A08N1			Mallín	43 47 16 S	72 56 03 W
Aysén Norte		A18N1	Isla Atilio	44 22 32 S	73 17 39 W
		A20	Puyuhuapi	44 49 30 S	72 58 10 W
		A36	Isla Sierra	44 43 37 S	73 35 02 W
		A38N1	Isla Jesús	44 44 40 S	73 53 13 W
		A38N2	Isla Rowlett	44 43 50 S	74 32 47 W
Aysén Sur		A32	Isla Vergara	45 11 57 S	73 30 44 W
		A49	Canal Darwin	45 27 31 S	73 50 19 W
		A27	Estero Quitralco	45 45 50 S	73 29 26 W
		A26	Isla Canquenes	45 43 31 S	74 06 51 W

Fuente: Términos Técnicos de Referencia Proyecto FIP 2016-13.

En esta etapa se estableció diagnosticar, validar y mejorar (cuando fue necesario) el trabajo desarrollado en la primera fase del proyecto (FIP 2014-76), consistente en el desarrollo de modelos de espacialización vectorial y raster de la información del PMMR. Para dar cumplimiento a este objetivo se planteó el siguiente desarrollo metodológico:

- Revisión detallada de las bases de datos estandarizadas en la primera fase junto con los modelos de espacialización vectoriales y de interpolación (estructura de las bases de datos, nomenclaturas, simbologías asociadas, áreas de influencias, variogramas, etc).
- Extraer los distintos subprogramas de monitoreo existentes en las bases de datos; estableciendo nuevas bases por cruceo y subprograma atendiendo a la frecuencia de muestreo de cada una y evaluando la necesidad de combinar datos de los diferentes subprogramas para mantener la rigurosidad estadística dentro de los modelos de interpolación.
- Redefinición (en caso necesario) de las áreas o zonas de interpolación de acuerdo a la distribución espacial de las estaciones y las características dentro de la zona de estudio (mar interior, zona de estuarios y fiordos, aportes continentales, etc.)

Estas etapas son llevadas a cabo una vez que se dispone de las bases de datos de la primera fase del proyecto y la nueva información recogida por el PMMR para el período 2014-2015; y son corroboradas utilizando las plataformas Microsoft Excel y ArcGis 10.3 para analizar la consistencia de la información.

Posteriormente, para el análisis de los modelos de interpolación de variables ambientales, se establecen 4 pasos fundamentales a desarrollar:

1- Selección de un año completo de datos 2013 para modelación base y 2014 para ejecutar los modelos y generar las salidas completas de las herramientas de interpolación: predicción espacial, error estándar y validación cruzada. De este modo los datos 2014 servirán como validación de los modelos de interpolación generados.

2- Análisis de sensibilidad de los variogramas para ver su comportamiento ante cambios aleatorios en parámetros claves (nugget, partial sill por ejemplo) y evaluación de la respuesta del modelo variográfico, validando así la salida interpolada (Figura 3). De esta forma si existen

grandes fluctuaciones en los valores de la capa interpolada con pequeñas modificaciones del variograma, se establece un bajo nivel de confianza en la salida de interpolación generada.

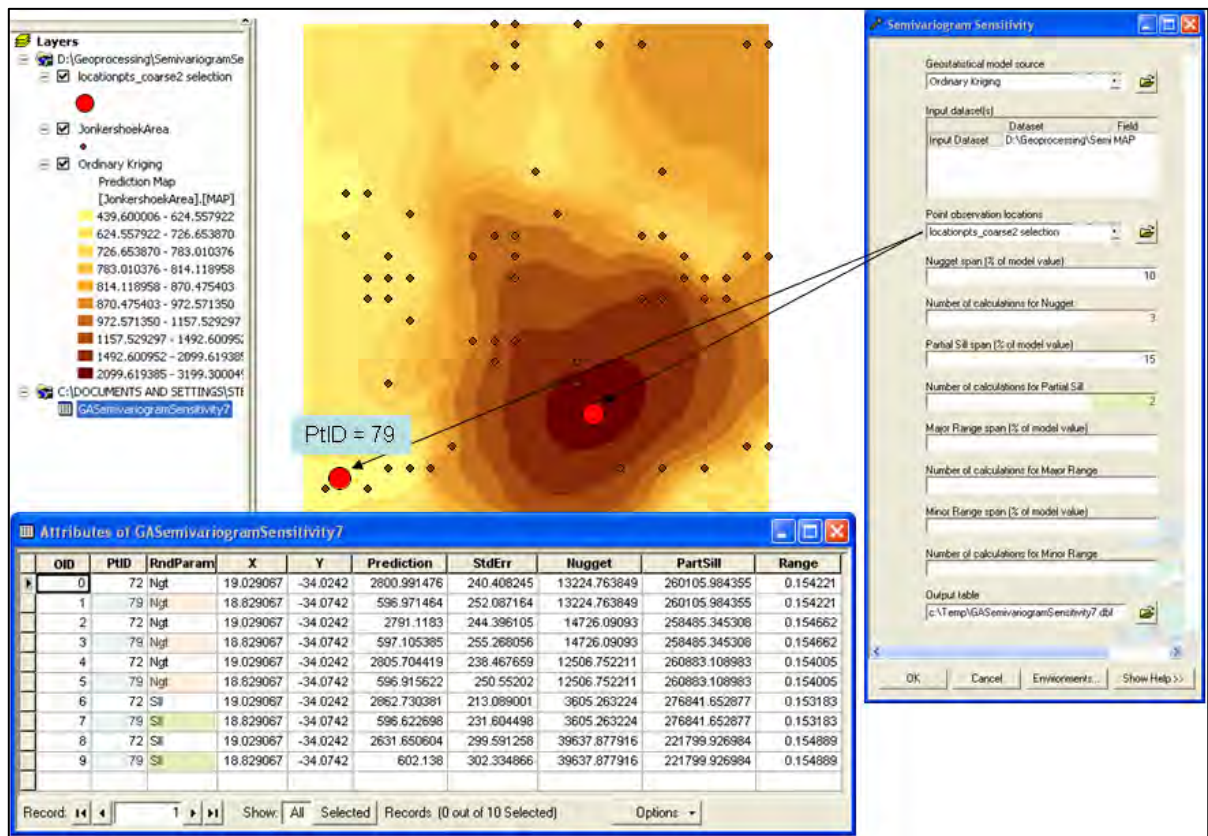


Figura 3. Ejemplo de análisis de sensibilidad de variograma.

Fuente: ArcGis, 2016.

Estos análisis se realizan en el software ArcGis 10.3 con los módulos de Geoestadística y Spatial Analyst, para mantener una coherencia con lo realizado en la primera fase del proyecto. Adicionalmente se trabaja con el software de geoestadística GS+ 10.0, que es un software especializado en estadística espacial y que permite un mejor entendimiento de la modelación de los parámetros de la interpolación utilizando kriging (Figura 4); Maxent y los softwares estadísticos R (R Cran Project) y la interfaz gráfica Rstudio.

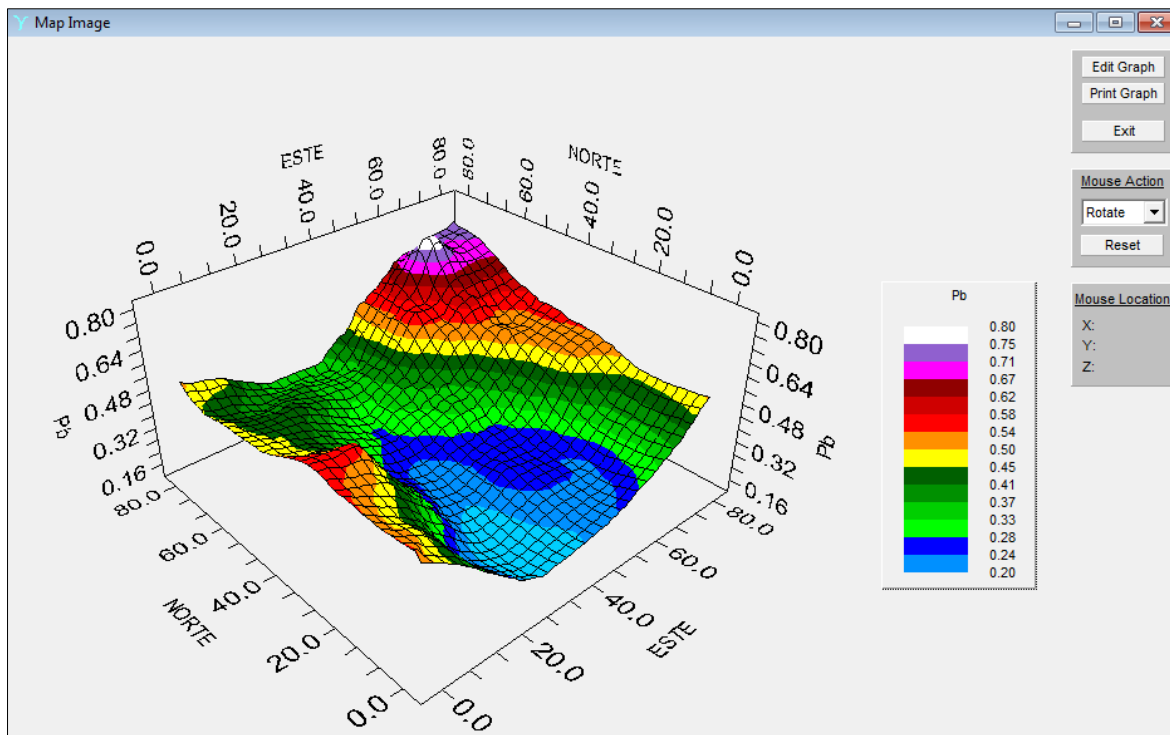


Figura 4. Ejemplo de aplicación de Kriging en 2d, Software GS+.

Fuente: Gamma Design Software, LLC, 2015.

En una etapa final, se realizan las mejoras adecuadas a los modelos de interpolación, configurando éstas en la interfaz de trabajo de ArcGis 10.3 mediante el uso de Model Builder para mantener la integridad de ejecución a través de ArcToolBox desde ArcMap o ArcCatalog como también mediante la generación de Scripts en lenguaje de programación Python.

3- Revisión de la pertinencia de las áreas de influencia a partir de las respuestas de las interpolaciones, considerando además parámetros ambientales y oceanográficos que optimicen el entendimiento de las diferentes zonas y establezcan una adecuada interpretación de los resultados

4- Pruebas con las nuevas bases de datos del PMMR período 2014-2015. Para la validación de los modelos espacios-temporales (GAM-GLM) también se hace uso de los datos de los años 2014-2015 del PMMR.

Adicionalmente se realiza la exploración de otras técnicas y métodos más actualizados en el análisis de distribución de especies y en la modelación espacio temporal que corresponden a modelos de máxima entropía Maxent (Phillips, Dudík y Schapire, 2004; Phillips *et al.*, 2006).

Se aplicó MaxEnt ya que es un software de libre acceso, fácil manipulación, con una interfaz de trabajo sencilla (Figura 5). Desde una perspectiva de conservación, MaxEnt es una herramienta analítica útil para predecir la ocurrencia de especies en áreas con insuficiencia de información.

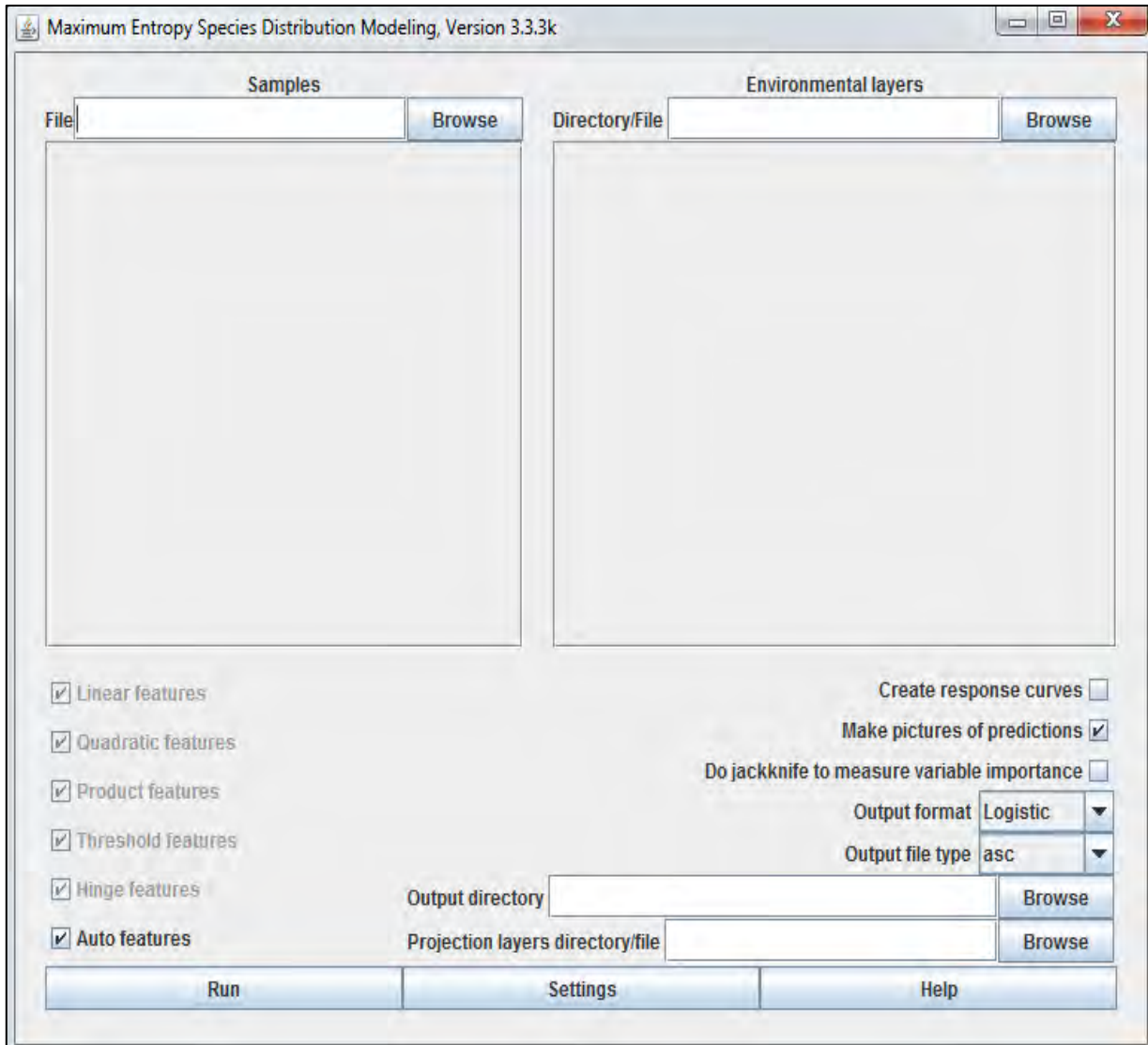


Figura 5. Interfaz gráfica de MaxEnt.

El software de trabajo MaxEnt es liviano y corre bajo protocolos de Java requiriendo principalmente la entrada de datos de localización (x,y) espacial de la presencia del recurso en formato *.csv, y por otra parte las capas ráster ambientales relevantes para el análisis en formato ráster ASCII (*.asc). MaxEnt utiliza un algoritmo no-paramétrico basado en la teoría de entropía máxima que permite que el modelo pueda adaptarse a relaciones no-lineales complejas

con múltiples variables ambientales y su covariación (Phillips *et al.*, 2006). El modelo puede generar salidas en formato ráster ASCII de los resultados de la modelación, gráficos de respuesta ante las variables implementadas, aplicación de la técnica Jackknife para evaluar la importancia de las mismas y la generación de salidas de datos para su apertura en otros software de análisis espacial como QGIS, SAGA, Grass o ArcGis (Figura 6).

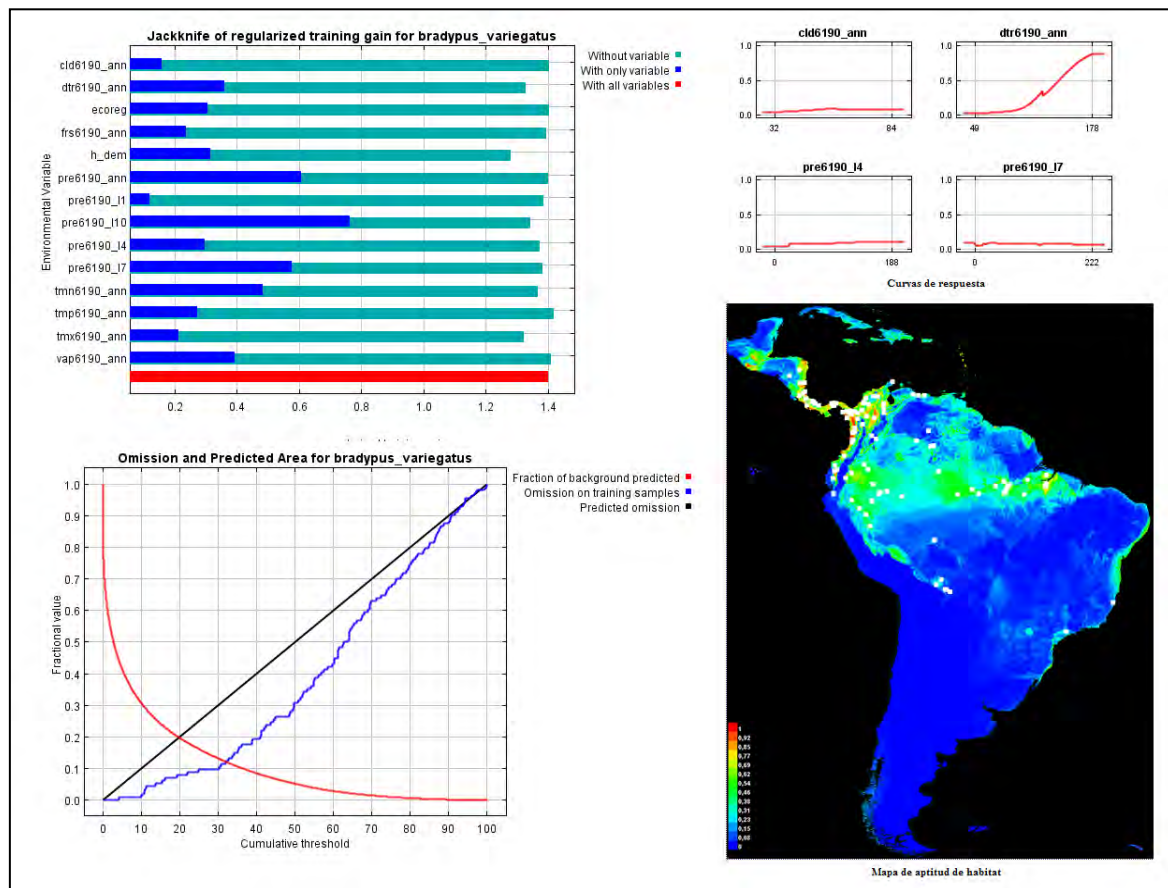


Figura 6. Muestra de resultados MaxEnt

Adicionalmente el método de modelación ha demostrado ser aplicable a especies marinas en el contexto de predicción de hábitats (Alabia *et al.*, 2015; Mendoza-Becerril & Marques, 2013; Jones *et al.*, 2015; Sequeira *et al.*, 2012, Silva *et al.*, 2016). Cabe destacar que este enfoque metodológico con MaxEnt fue aplicado por los consultores en el proyecto FIP 2014-25 (Silva *et al.*, 2016), donde se simuló la distribución actual y futura (efecto del cambio climático) de recursos pelágicos (jurel frente a Chile y anchoveta centro-sur) y bentónicos (loco frente a Chile, chorito en zona sur y algas pardas en zona norte).

En la Figura 7 se muestra el diagrama metodológico utilizado para la generación de base de datos y modelación con MaxEnt.

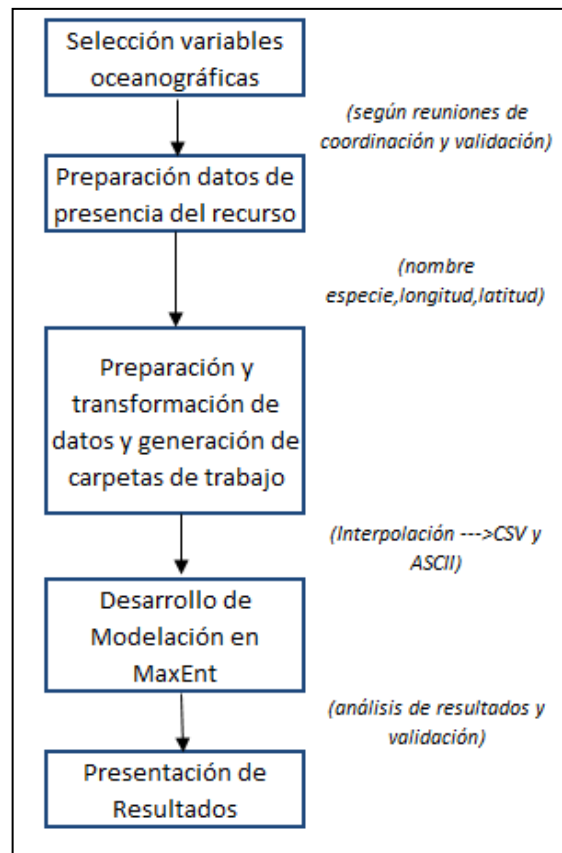


Figura 7. Diagrama metodológico de generación de base de datos y modelación en MaxEnt.

Los resultados del diagnóstico de las bases de datos son presentados a través de un Geoportal elaborado mediante la herramienta ArcGis Online, el cual se genera por parte de SUBPESCA una vez finalizado el proyecto. De esta manera, los funcionarios pueden crear y visualizar mapas, capas y análisis de datos derivados del proyecto. Esta información se genera a través de la plataforma ArcGis 10.3, compatible con los softwares y sistemas operativos utilizados por SUBPESCA. El objetivo es visualizar a través de múltiples usuarios los resultados del Proyecto de Marea Roja en la etapa I y los resultados generados tras la ejecución del proyecto en su etapa II (Figura 8), pudiendo además optimizar las aplicaciones generadas durante la primera fase del proyecto, incluyendo series temporales y visualización de matrices de interpolación.

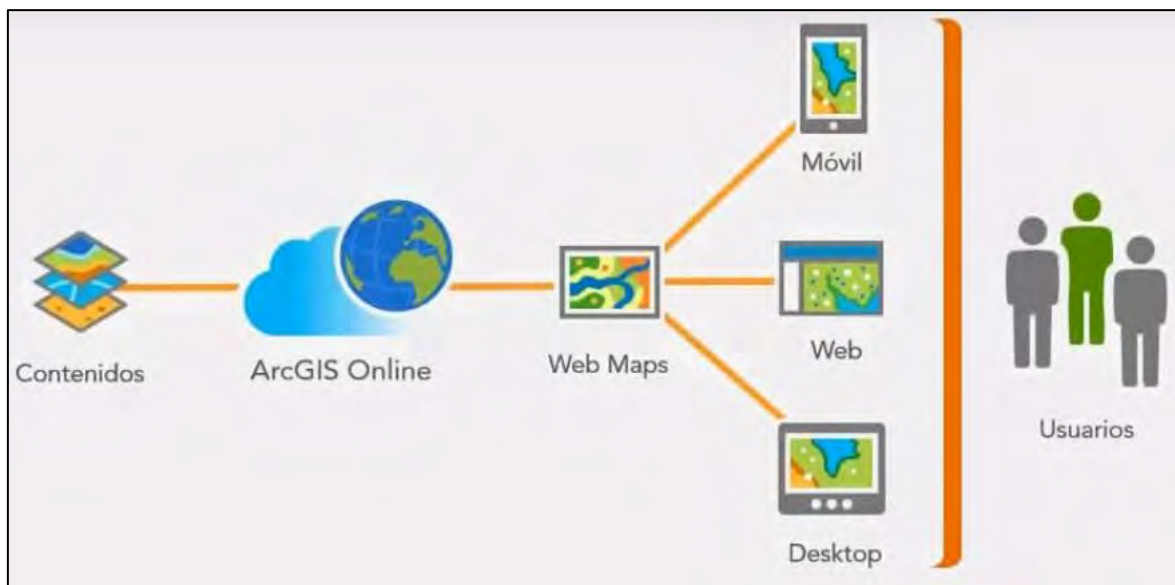


Figura 8. Diagrama de flujo de la información visualizada a través de un Geoportal.

Fuente: ESRI, 2016.

Para ello, se debe estructurar ciertos componentes que contribuyan a la creación del geoportal (Tabla 3). La elaboración del Geoportal en su etapa de diagnóstico, además, considera una revisión de las características del software y soporte utilizado para la generación de las bases de datos.

Tabla 3. Flujo de componentes de un Geoportal

Componente	Elemento	Lenguaje
Portal Web	Visor de mapas	HTML, HTTP, XLS, XML, JSP, ASP
Servicios Web	Codificaciones web	XML, SOAP, WSDL, WMS, WFS, GML
Data Management	Bases de datos (tabular, vectorial y ráster)	SQL

Para identificar los aspectos técnicos a resolver e identificar los requerimientos de software que hayan dificultado el progreso de la Etapa 1 del Proyecto, se realiza una encuesta a los profesionales de la SUBPESCA que tienen competencias con el sistema de visualización y manejo de la información de Mareas Rojas (Figura 9). Esto permite determinar las debilidades en este ámbito pero también las fortalezas que posee el equipo de trabajo como unidad técnica. Además se consulta sobre todas las extensiones disponibles y una revisión de las mismas para establecer su disponibilidad real.

NOMBRE FUNCIONARIO:		
UNIDAD TÉCNICA A LA QUE PERTENECE:		
Información geográfica		Observaciones
Tipo de información que usted genera (cualitativa, cuantitativa, representación cartográfica, otra)		
¿Con que periodicidad la produce?		
¿A quién es dirigida esta información?		
¿En sus labores utiliza imágenes satelitales? ¿Cuáles usa?		
La Unidad donde trabaja, ¿Cuenta con una plataforma de visualización de la información geoespacial generada?		
De ser afirmativa la respuesta anterior, ¿Cuál es la funcionalidad del visualizador? ¿Con que periodicidad se actualiza?		
Análisis Espacial		
¿Qué versión de ArcGis utiliza?		
¿Con qué frecuencia utiliza ArcGis?		
Indique los toolbox que utiliza (entre paréntesis, indique con un <u>x</u> si cuenta con la licencia de la extensión)	<input type="checkbox"/> 3D Analyst Tools (___) <input type="checkbox"/> Analyst Tools (___) <input type="checkbox"/> Data Management Tools (___) <input type="checkbox"/> Geostatistical Analyst Tools (___) <input type="checkbox"/> Spatial Analyst Tools (___) <input type="checkbox"/> Spatial Statistics Tools (___) <input type="checkbox"/> Otra: _____	
¿De qué otra(s) licencia(s) usted dispone para sus labores? ¿Con que frecuencia las utiliza?		
Geoestadística		
¿Cuál es su nivel de estadística?		
¿Cómo aplica la estadística en sus labores cotidianas?		
¿Utiliza algún software estadístico? Señale cual(es)		
Evaluación Marea Roja, Etapa I		
Que limitantes en término del software y sus herramientas, considera usted dificultaron la automatización del sistema solicitado en la primera etapa del proyecto		

Figura 9. Encuesta de diagnóstico.

2.2. Objetivo específico 2. Incorporar al actual sistema de visualización y los modelos geoestadísticos, la totalidad de la información generada en las estaciones de muestreo del Programa de Mareas Rojas.

Finalizado el proceso de diagnóstico en todos sus aspectos y realizadas las mejoras necesarias de acuerdo a los resultados de éste (bases de datos y modelos de interpolación); se procede a incorporar los datos de abundancia para todas las especies incorporadas en el programa de monitoreo: dinoflagelados *Alexandrium Catenella*, *Alexandrium ostenfeldii*, *Dinophysis acuminata*, *Dinophysis acuta*, *Protoceratium reticulatum*, *Prorocentrum micans*, *Protoperdinium crassipes* y las diatomeas *Pseudo-nitzschia cf. australis*, *P. cf. pseudodelicatissima*. Además de incorporar la información de las variables ambientales y oceanográficas seleccionadas en la primera fase del proyecto para todas las regiones y subprogramas.

Para esto se consideran los formatos ya establecidos: códigos, nomenclatura asociada, estructura de tablas; como también mejoras surgidas de la etapa de diagnóstico. Se traspa la información de las tres regiones de estudio manteniendo la compatibilidad con la estructura computacional dentro de SUBPESCA, considerando para esto el almacenamiento de las bases de datos migradas en File Geodatabase (GDB), como estructura funcional y las tablas almacenadas como Table GDB (Figura 10).

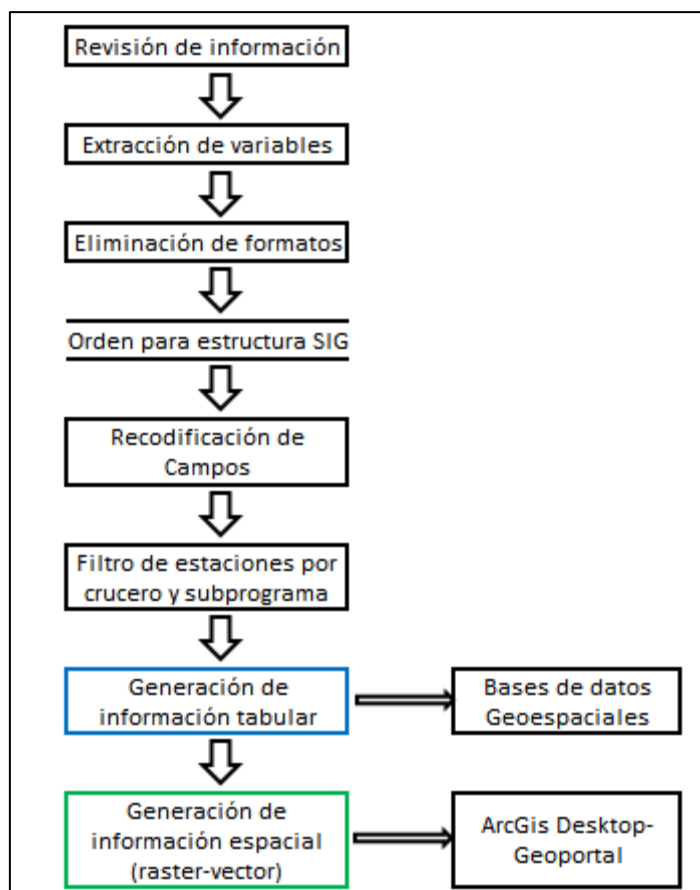


Figura 10. Esquema de trabajo para la normalización y estructuración de la información del PMMR de IFOP.

Las estructuras de interpolación establecidas son redefinidas de acuerdo a la extensión del área de estudio como a las dinámicas oceanográficas y ambientales propias que permiten una interpolación adecuada, es decir estadísticamente válida y concordante con los procesos reales en cada zona.

Luego de visualizar la distribución de las estaciones de monitoreo, se realizó una zonificación sobre las estaciones vigentes (117) considerando su distribución latitudinal. Para esto se utilizó el software libre GeoDa 1.8.14 () desarrollado por el Centro para la Ciencia de Datos Espaciales de la Universidad de Chicago (CSDS); empleando el módulo Univariate Local Moran's.

2.3. Objetivo específico 3. Incorporar al actual sistema de visualización todas las abundancias larvales de las especies monitoreadas por el Programa de Monitoreo de Mitílicos.

Una vez obtenida la base de datos de la Etapa 1 del Proyecto se incorpora a esta los datos de abundancias larvales de las especies monitoreadas por el Programa de Mitílicos: *Aulacomya atra* (cholga); *Choromytilus chorus* (choro zapato) y *Mytilus chilensis* (chorito), por lo que esta nueva información se sistematiza y ordena en tablas Excel permitiendo su posterior espacialización en ArcGis. La extensión espacial de las estaciones de este programa abarca las Regiones de Los Lagos y Aysén, sumando un total de 25 estaciones de monitoreo que van desde el fiordo Reloncaví hasta el estero Quitralco. La estructura de la metodología para cumplir con este objetivo consta de varias etapas (Figura 11).

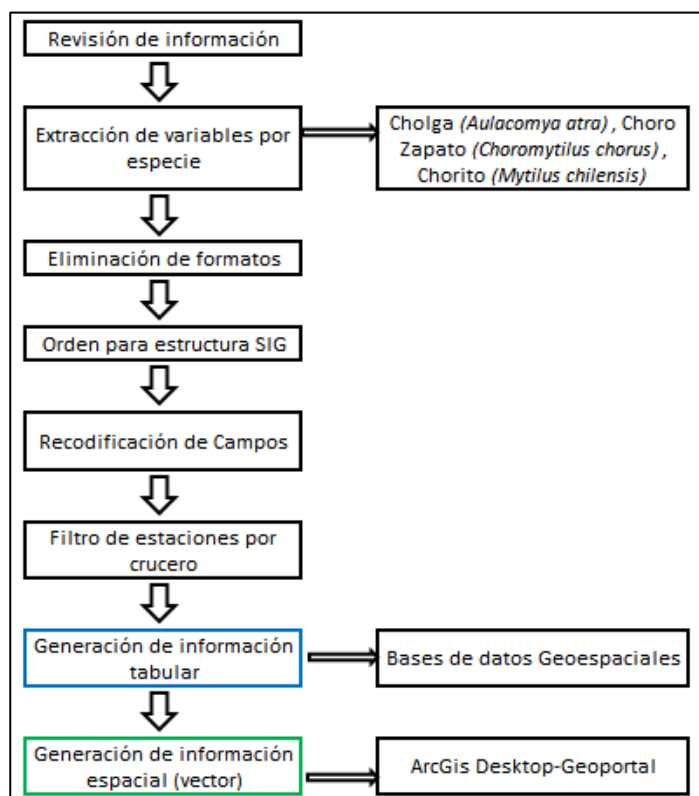


Figura 11. Esquema de trabajo normalización y estructuración información Programa de Monitoreo de Mitílicos.

Una primera etapa consta de la revisión de la información entregada por IFOP para determinar por ejemplo, periodo de tiempo que comprenden, frecuencia de los muestreos, formatos, irregularidades en la información, entre otras cosas.

Luego se procede a la normalización de las tablas para extraer la información de interés y anular formatos, para finalmente elaborar plantillas Excel que permitan la espacialización y análisis de las abundancias larvales en un sistema de información geográfica. Se estructuran las tablas Excel generando un campo con los códigos de las estaciones y la información de los muestreos se ordenan en columnas (Figura 12).

La nueva información se estructura de acuerdo a la frecuencia de los muestreos y se incorporada en los modelos de espacialización.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
REGION	CODIGO ESTACION	NOMBRE ESTACION	FECHA CRUCERO	CRUCERO	AÑO	MES	<i>Aulacomya atra</i>	<i>Choromytilus chorus</i>	<i>Mytilus chilensis</i>

Figura 12. Ejemplo de estructuración de las tablas Excel.

Las tablas generadas se vinculan a los modelos nuevos automatizados realizados en este proyecto, a través del código de cada estación, creándose tres salidas vectoriales correspondientes a cada una de las especies monitoreadas.

La ejecución de los modelos contempla un periodo de marcha blanca, según lo establecido en los Términos Técnicos de Referencia, para solucionar cualquier inconveniente derivado de la automatización o de la visualización de la información, como también de posibles cambios en los protocolos internos de funcionamiento de las bases de datos.

2.4. Objetivo específico 4. Estudiar la factibilidad para incorporar información relevante desarrollada por IFOP que complemente el sistema de visualización implementado en la primera etapa.

Para el cumplimiento de este objetivo se levanta información relevante desarrollada por IFOP, estableciendo la factibilidad de incorporarla al Sistema de Visualización de SUBPESCA implementado en la primera etapa.

2.4.1 Levantamiento de información

Durante la ejecución del proyecto FIP N° 2014-76, el equipo fue invitado a participar de los talleres de entrega de resultados del “Programas de Manejo y Monitoreo de las Mareas Rojas en las Regiones de los Lagos, Aysén y Magallanes, IX Etapa 2015-2016”, organizado por IFOP en la ciudad de Puerto Montt, institución que ejecuta dicho programa. En esta ocasión se pudo establecer contacto con los equipos de la capital regional y con los que trabajan en la ciudad de Ancud (Chiloé), concordando la necesidad de incorporar aquellos datos generados por los Modelos de Distribución y Abundancia de *Alexandrium catenella*. En este contexto, se planteó la necesidad de levantar la información a través de entrevistas presenciales con los diferentes equipos técnicos de IFOP, para lo cual se envían previamente encuestas vía correo electrónico a los encargados a fin de establecer el tipo, formato y acceso de la información que pudiese integrarse al Sistema de Visualización.

2.4.2 Estandarización de la información

El Sistema de Visualización de SUBPESCA trabaja bajo los protocolos de ARCGIS Online (ESRI), siendo este un gestor de contenido colaborativo, basado en tecnología cloud, para mapas, aplicaciones, datos y cualquier tipo de información geoespacial, por lo tanto, se deben ajustar a aquellos compatibles con la plataforma. La lista siguiente muestran los tipos de elementos que son factibles de agregar a ArcGIS Online. Se debe considerar los “privilegios” para crear y agregar elementos.

- Archivo de valores separados por comas (CSV) (.csv)
- Dibujo de diseño asistido por ordenador (CAD) (.zip)
- Geodatabase de archivos (.zip)
- Archivo de imagen (.jpg, .jpeg, .png, .tif, .tiff)
- Conjunto de lenguaje de marcado keyhole (KML) (.zip)
- Archivo de capa (.lyr)
- Documento de Microsoft Excel (.xls, .xlsx)
- Shapefile (.zip)
- Servicio de transmisión (URL)

Se deben considerar los créditos requeridos para subir cada tipo de formato, dado que este concepto de cobro es la forma en la que se pagan los servicios en ArcGIS Online.

Tabla 4. Consumo de créditos según servicio utilizado

Servicio	Consumo de créditos
Generación de caché	1 crédito para generar 1.000 teselas
Feature Services	2,4 créditos por cada 10 MB de almacenamiento mensual
Almacenamiento de teselas y ficheros	1,2 créditos por GB almacenado mensual
Geocodificación	40 créditos por cada 1.000 direcciones
Servicio de rutas simple	4 créditos por cada 100 rutas simples
Servicio de rutas optimizadas	50 créditos por cada 100 rutas optimizadas
Servicio de áreas de servicio (drive-times)	50 créditos por cada 100 áreas de servicio
Servicio de ubicaciones próximas	50 créditos por cada 100 localizaciones
Mapas demográficos y de estilos de vida	10 créditos por cada 1.000 peticiones de mapa
Enriquecimiento de datos	10 créditos por cada 1.000 variables (atributos)
Infográficas	10 créditos por cada 1.000 vistas
Informes	10 créditos por informe
Análisis espacial	1 crédito por cada 1.000 entidades

2.5. Objetivo específico 5. Caracterizar el área de estudio que abarca el Programa de Marea Roja, y proponer zonas de comportamiento similar en base a parámetros fisicoquímicos.

2.5.1 Construcción de una Geodatabase ambiental espacio-temporal

Se consideró el uso de una serie de datos históricos espacio-temporales de variables ambientales (oceanográficas y meteorológicas) para la zona marina de estudio (X, XI y XII Regiones) obtenidas de diversas fuentes de información, tales como imágenes satelitales, PMMR de IFOP, Programa CIMAR Fiordos, entre otras. Las imágenes satelitales fueron importadas y pre-procesadas con el software Sistema de Análisis de Datos SeaWiFS (SeaDAS, <http://seadas.gsfc.nasa.gov>) para obtener los productos de temperatura superficial del mar y concentración de clorofila-*a*. Una vez procesadas las imágenes en SeaDAS se importaron y procesaron con el SIG IDRISI TerrSet (Eastman, 2016), definido actualmente como un sistema de monitoreo y modelación geoespacial que contiene más de 300 herramientas (tools)

contenidas en 12 módulos o cores. Toda la información recolectada y procesada fue sistematizada en el SIG ArcGIS mediante una Geodatabase. Esta geodatabase se compone de imágenes ráster (satelitales e interpoladas) y vectores (puntos por estación de muestreo oceanográfico). A continuación, se detalla la información utilizada por fuente de información.

2.5.1.1 Programa de monitoreo de marea roja (2006-2015)

Corresponde a la información ambiental de cruceros oceanográficos mensuales en las 208 estaciones de muestreo de la X, XI y XII Regiones que abarcan el período 2006 al 2015. La información ambiental disponible es la siguiente:

- i) Temperatura del aire
- ii) Temperatura del mar (0 a 50 m)
- iii) Salinidad del mar (0 a 50 m)
- iv) Oxígeno disuelto (0 a 50 m)
- v) Concentración de clorofila *a* (0 a 20 m)

2.5.1.2 Imágenes satelitales 2002-2015

Corresponde a información satelital (mensual, estacional y anual) del tipo ráster (imágenes) o matrices georreferenciadas procesadas en formato SIG. Las variables ambientales satelitales, resolución espacial y período de estudio son las siguientes:

- i) Temperatura superficial del mar (TSM), 1x1 km, junio 2002-2015. Se utilizó el producto de TSM llamado en inglés MUR-SST (Multi-scale Ultra-high Resolution Sea Surface Temperature) que integra la información de 5 fuentes satelitales (MODIS, AVHRR, AMSR-E, AMSR2 y WindSat) y datos *in situ*. Estas imágenes TSM tienen una resolución espacial de 1x1 km, mejorando así el producto propuesto inicialmente (MODIS, 4x4 km).
- ii) Concentración de clorofila *a* (Cloa). Se utilizaron los productos de Cloa MODIS, 4x4 km, junio 2002-diciembre2012, Cloa VIIRS, 4x4 km, 2013-2015, Cloa VIIRS 1x1 km, 2013-2015.

2.5.1.3 Otras fuentes de información

Se considera el uso de las bases de datos generadas en los proyectos de los cruceros oceanográficos del CIMAR Fiordos I (1995) hasta CIMAR 18 Fiordos (2014) a cargo del Centro Nacional de Datos Oceanográficos (CENDHOC) que administra el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA). Cabe destacar, que el Laboratorio de Biogeoquímica Marina de la Escuela de Ciencias del Mar a cargo del Profesor Nelson Silva (parte del equipo de trabajo del presente proyecto) elaboró y mejoró la base datos histórica integrada de los cruceros CIMAR (Silva & Vargas, 2014). La información ambiental de la columna de agua (0-50 m) disponible es la siguiente:

- i) Temperatura del mar
- ii) Salinidad del mar
- iii) Oxígeno disuelto

2.5.2 Zonificación bio-física

Para la zonificación espacial de la zona marina de estudio se utiliza el enfoque de identificación de regiones bio-físicas, donde las masas de agua tienen características físicas y biológicas similares (Saraceno *et al.*, 2006; Mustapha *et al.*, 2015). En la Figura 13 se muestra el diagrama metodológico aplicado para la zonificación biofísica de la zona de estudio. Primero se generó la información de entrada para la clasificación, en base al procesamiento de imágenes satelitales de TSM y Cloa y a la sistematización de datos puntuales (Cloa, TSM, salinidad y oxígeno disuelto) provenientes de estaciones oceanográficas de PMMR y cruceros CIMAR. Se generaron climatologías anuales y estacionales de imágenes satelitales y se espacializaron y estimaron las climatologías anuales y estacionales de los datos PMMR y CIMAR. Se estimaron zonificaciones anuales y estacionales de las climatologías de imágenes satelitales aplicando el método de clasificación ISODATA-MSV y de las climatologías de estaciones PMMR y CIMAR aplicando el algoritmo Delaunay triangulation. Finalmente, se generaron zonificaciones biofísicas integradas (imágenes satelitales y estaciones oceanográficas) anual y estacional. Para ello, se consideraron las 7 zonas biofísicas obtenidas de las imágenes satelitales (Figura 106) como base espacial para extraer en en cada una de estas áreas, mediante funciones SIG de máscara, los valores medios y desviación estándar de los datos oceanográficos satelitales y de estaciones PMMR y CIMAR. Una vez agrupados los valores por clase o zonas biofísicas para

las tres fuentes (satelital, PMMR y CIMAR), se estiman los valores promedio y desviación estándar para cada variable (TSM, cloa, salinidad y oxígeno disuelto).

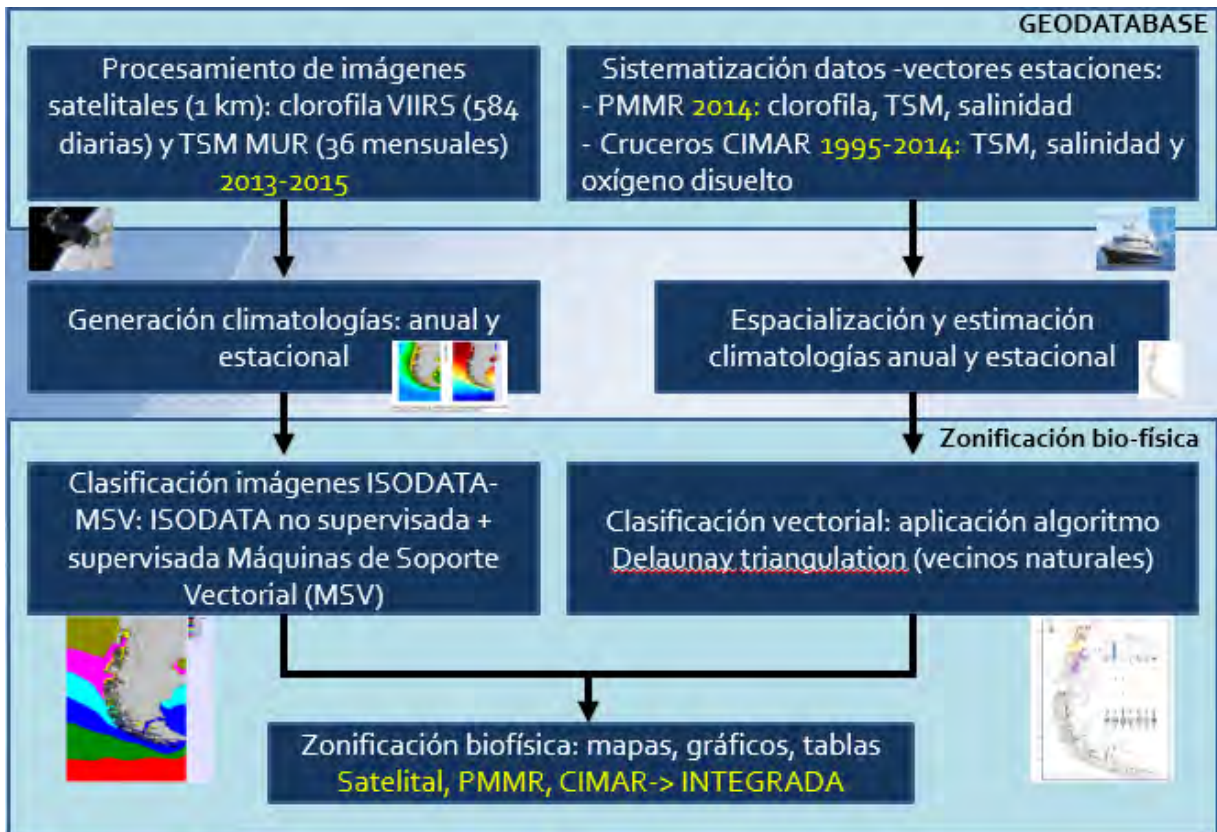


Figura 13. Diagrama metodológico aplicado para la zonificación biofísica de la zona de estudio.

2.5.2.1 Imágenes satelitales

Con el avance de las tecnologías de información, se cuenta actualmente con metodologías robustas para la clasificación de áreas espaciales como son las Redes Neuronales Artificiales (RNA) y más recientemente las Máquinas de Soporte Vectorial (MSV) que se presentan como herramientas más robustas que las RNAs. Para la zonificación se utilizó el algoritmo de MSV (Boser et al., 1992; Cortes y Vapnik, 1995; Chang and Lin, 2001) para la clasificación supervisada para imágenes satelitales multiespectrales disponible en el software ENVI 5.1. El MSV es un método de clasificación supervisado derivado de la teoría del aprendizaje estadístico que produce buenos resultados de clasificación a partir de datos complejos y ruidosos. Separa las clases con una superficie de decisión que maximiza el margen entre las clases. La superficie se llama a menudo hiperplano óptimo, y los puntos de datos más cercanos al hiperplano se denominan vectores de soporte. Previo a aplicar el toolbox MSV Classification, se debe contar

con un vector de sitios de entrenamiento para la clasificación supervisada. Para obtener el vector de sitios de entrenamiento, primero se ejecutó una clasificación no supervisada aplicando el método ISODATA para 6, 7 y 8 clases. La clasificación no supervisada ISODATA calcula los medios de clase distribuidos uniformemente en el espacio de datos y luego agrupa (clusters) iterativamente los píxeles restantes usando técnicas de mínima distancia (Tou and Gonzalez, 1974). De aquí en adelante en el informe, se llama ISODATA-MSV a la metodología anteriormente descrita.

2.5.2.2 Vectores de estaciones oceanográficas

La metodología ISODATA-MSV es aplicada a las imágenes satelitales. Pero en el caso de la información de estaciones oceanográficas, como las del PMMR y de los cruceros CIMAR, se aplica a nivel vectorial (puntos) una metodología que ejecuta un procedimiento de clasificación que intenta encontrar clusters naturales en los datos. Se asigna el número de grupos o clases a crear y se busca una solución donde todas las características dentro de cada grupo sean lo más parecidas posibles, y todos los grupos son tan diferentes entre sí como sea posible. La similitud de las características se basa en un conjunto de atributos que se especifican para los parámetros y capas vectoriales de análisis (en este caso temperatura, salinidad y oxígeno disuelto). Se debe especificar el algoritmo para las restricciones espaciales, el cual emplea un gráfico de conectividad (árbol de expansión mínimo) para encontrar agrupaciones naturales. En este proyecto, se utiliza el algoritmo Delaunay triangulation (vecinos naturales) que es apropiado para vectores de punto y que indica que una característica sólo se incluirá en un grupo si al menos otro miembro del grupo es un vecino natural (Tsai, 1993).

2.5.2.3 Análisis de la variabilidad espacio-temporal de los datos ambientales

Se realiza un análisis multivariado e integración de la información con el uso de Funciones Ortogonales Empíricas (EOF) o Componentes Principales para evaluar las posibles asociaciones entre las variables ambientales. Con el fin de aislar los modos más importantes en la variabilidad de las series oceanográficas, se utiliza tanto análisis EOF estándar (Tanco y Berri, 2000) y complejos (Horel, 1984). Con este último, es posible determinar las relaciones de las fases entre las variables y, como con el estándar EOF, reconstruir la serie basada en los modos. Este análisis EOF ha sido utilizado por el equipo de investigación en varios estudios (Yáñez *et al.*, 2001, 2008a).

El análisis de Componentes Principales se realiza en el SIG TerrSet (imágenes ráster) y ArcGIS (vectores).

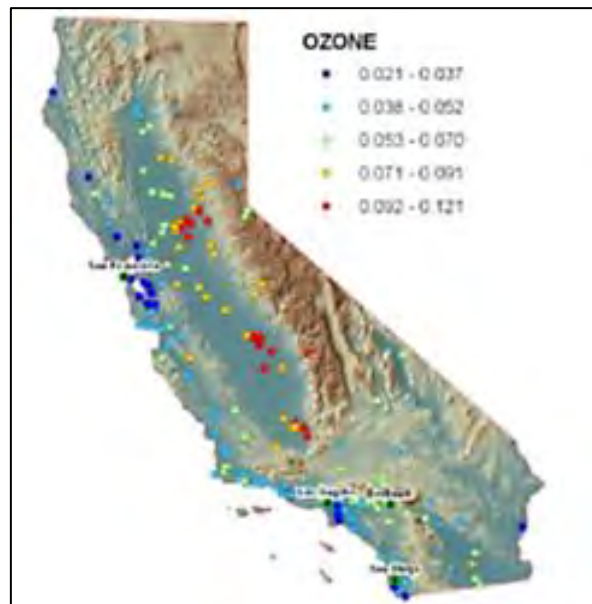
2.5.3 Generación de productos cartográficos

Del desarrollo de los objetivos anteriores se obtuvo una serie de información utilizada para generar productos cartográficos pudiendo ser publicados en forma rutinaria en el Visualizador de Mapas de SUBPESCA además del entorno Desktop de ArcGis. Metodologías para crear productos cartográficos fueron revisadas en el curso de capacitación del proyecto FIP 2014-76. Además fueron elaboradas dos propuestas de plantillas de salida de estos productos, en acuerdo con la Unidad de Ordenamiento Territorial de SUBPESCA, así como también su escala, formato y fuentes.

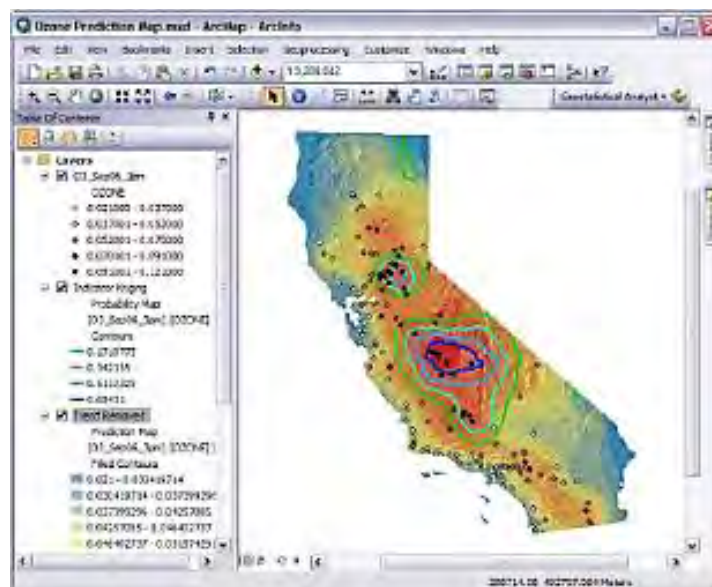
A continuación se detallan algunos productos cartográficos que se pueden generar y servir como capas de información geoespacial para el Visualizador de Mapas, todos georreferenciados en coordenadas UTM-18S (o latitud / longitud) y Datum WGS-84.

Para las variables (especies de algas nocivas, concentración toxinas, temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto, temperatura del aire, velocidad del viento, entre otras) medidas en distintas fechas (día/mes/año) en las estaciones de muestreo del PMMR y el Programa de Moluscos y Bivalvos, se generaron cartografías con:

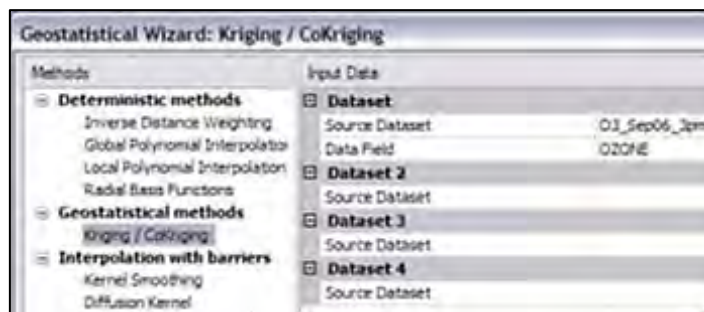
- Vectores de puntos en ArcGIS 10.3: Los vectores de las mediciones por variables en formato shape de ArcGIS 10.3 son exportados a formato KML, KMZ u otro compatible y requerido para ser incorporados al visualizador institucional de SUBPESCA.



- Imágenes interpoladas. Los datos de vectores puntuales de las mediciones por variables en formato shape pueden ser interpolados con técnicas geoestadísticas para representarlos como imágenes en formato ArcGIS 10.3 las que pueden ser exportadas a formato GeoTIFF, JPG u otro compatible y requerido para ser incorporados al visualizador institucional de SUBPESCA. Además, es posible generar vectores de isolíneas o contornos a partir de las imágenes interpoladas y luego superponerlos a éstas.



El software ArcGIS 10.3 dispone de la extensión Geostatistical Analyst Tools con algoritmos de interpolación para la elaboración de mallas o imágenes, métodos determinísticos y geoestadísticos como Kriging que es el más utilizado:



Básicamente, estos algoritmos interpolan valores de cierta variable, por ejemplo, la profundidad del mar, a partir de mediciones efectuadas a cierta distancia del punto (nodo) donde se interpola el valor. El proceso de interpolación consiste generalmente en efectuar promedios de ponderados, en que cada algoritmo tiene su propia función matemática o sistema lógico para el cálculo de los pesos. Entonces, se requiere de varios ensayos, cada uno con distintas combinaciones entre los parámetros de los algoritmos, para la determinación de la malla final. A modo de ejemplo se muestra una imagen de uno de los formatos de salida para una cartografía A3 - horizontal (Figura 14).

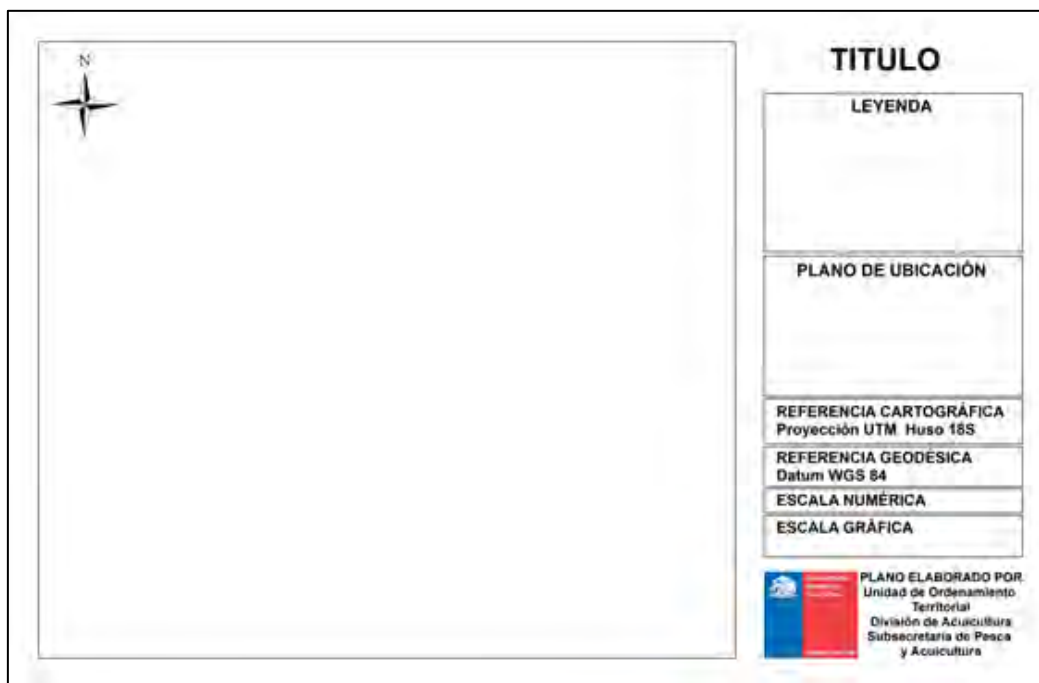


Figura 14. Formato de salida cartografías A3 – horizontal.

Respecto de la escala de representación, formatos y fuentes se consideró que los productos cartográficos tengan una escala 1:1.500.000. Los formatos de salida pueden ser jpg, pdf o gif, dependiendo de quien administra el Servidor.

La tipografía corresponde a letra Arial (en negrita) y las letras varían su tamaño entre 14 y 16 para leyendas y datos cartográficos, mientras que para el título de la cartografía el tamaño de letra es 36 (de todas formas una vez seleccionada la plantilla estos valores se mantienen y no es necesario que sean modificados por el analista).

2.6. Objetivo específico 6. Reforzar las capacidades técnicas en los profesionales responsables de administrar y procesar el sistema de automatización implementado.

Para cumplir con este objetivo se realiza el Curso de Capacitación "**Herramientas estadísticas para el análisis de ecosistemas marinos**".

2.6.1 Infraestructura y equipos informáticos

Para la ejecución del curso de capacitación, se da uso a equipos informáticos de la sala multimedial en las dependencias de la Escuela de Ciencias del Mar de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, contando así con buenas capacidades para trabajar información geoespacial e imágenes satelitales en los software requeridos por el mandante (ArcGIS y GS+10) y análisis estadísticos con el software libre R, permitiendo mayor rapidez en los procedimientos así como mejor visualización de los resultados e imágenes en apoyo a la capacitación (Tabla 5).

Tabla 5. Características de hardware en computadores disponibles en la Escuela de Ciencias del Mar para el trabajo con los softwares R y ArcGIS

CRITERIO	CARACTERÍSTICAS
Velocidad de CPU	3,5 GHz 6MB LGA 1150
Procesador	Procesadores Intel Core I5-4690
Memoria/RAM	8 GB 1600MHz DDR3 Non-ECC CL 11 DIMM
Placa madre	M/B INTEL H61H2-MV V1.0 S/V/L MATX(1155)
Resolución de pantalla	1024 x 768 como mínimo a tamaño normal (96 ppp)
Espacio en disco	Int WD 500 GB SATA 6Gb/s Caviar BLU

Fuente: Elaboración propia en base a descripción de proveedor.

2.6.2 Certificación del curso de capacitación

El curso lo certifica la Dirección de Cooperación Técnica (DCT) dependiente de la Dirección General de Vinculación con el Medio de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, la

cual emite los respectivos certificados de aprobación según los requisitos establecidos (calificaciones sobre 4.0 y asistencia 75%).

2.6.3 Aula virtual PUCV

Adicionalmente, se utiliza el Aula Virtual de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (<http://aulavirtualpucv.cl/>) para potenciar las prácticas educativas y los procesos de enseñanza y aprendizaje con uso de tecnologías TICs con el objetivo de incorporar espacios virtuales como apoyo al curso de capacitación y como una garantía de soporte por 3 meses después de terminado el proyecto.

2.6.4 Software disponible para la capacitación

Para desarrollar el curso de capacitación se trabaja con ESRI Chile, proveedor del Sistema de Información Geográfica (SIG) ArcGIS, en una propuesta técnico y económica para la adquisición de extensiones Spatial Analyst, compatibles con el hardware y software SIG disponibles en el departamento de ordenamiento territorial de SUBPESCA. Además se utilizó el software de licencia libre R (Project for Statistical Computing), para los análisis estadísticos y generación de gráficos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Objetivo específico 1: Realizar un diagnóstico, validación y mejora, si estas fueran necesarias, del actual modelo geoestadístico y sistema automatizado de visualización de seguimiento de los Florecimientos de Algas Nocivos (Marea Roja).

A continuación se presenta una descripción del trabajo realizado para el cumplimiento del objetivo 1 del presente proyecto. En torno a éste, los principales resultados se componen de 3 elementos fundamentales: (i) Base de datos y modelos semiautomatizados de espacialización REPLA v2.0, (ii) Modelos multivariados para *Alexandrium catenella*, *Dinophysis acuta* y *Dinophysis acuminata* y (iii) Visualización y publicación de servicios de mapas y plataformas de información geoespacial.

En el grupo (i) los resultados se componen de un diagnóstico funcional de los modelos y de la base de datos desarrollados en la primera fase (Proyecto FIP 2014-76) denominado Modelo REPLA v1.0 y un listado de mejoras asociadas a los modelos de espacialización vectorial y de interpolación de datos ambientales y oceanográficos. De esta forma se generan 3 nuevos modelos vectoriales: 2 para toxinas y uno para abundancia relativa, y 6 modelos de interpolación de datos para las variables ambientales y oceanográficas agrupados en el Modelo REPLA v2.0 con principios de funcionamiento adecuados en torno a los requerimientos actuales del mandante.

El grupo (ii) consta del diagnóstico hecho a los modelos multivariados, redes neuronales y GAM-GLM, generados para las especies mencionadas anteriormente, realizando una revisión y validación de los mismos con las observaciones correspondientes a los datos del PMMR del año 2014 incorporando mejoras propuestas a partir de esta validación considerando el uso de un nuevo modelo de distribución de especies denominado MaxEnt, que es un software de libre acceso que trabaja empleando algoritmos (*machine learning* o aprendizaje automático o aprendizaje de máquinas) de máxima entropía (Phillips *et al.*, 2006; Phillips & Dudík 2008) con alta capacidad predictiva para el análisis y cruce de información ambiental y datos de ocurrencia (presencia) de la especie o recurso de interés .

Finalmente en el grupo (iii) se realizó una comparación entre la plataforma de publicación de mapas actual disponible en SUBPESCA con una alternativa establecida de servidor (Plataforma OpenGeo Suite). Adicionalmente, se realizó un ejercicio práctico de funcionalidad de la plataforma alternativa con el fin de evaluar los problemas que fueron identificados durante el desarrollo del proyecto FIP 2014-76 (Silva *et al.*, 2015), generando una propuesta adecuada al sistema actual disponible, siendo además complementarios entre si.

3.1.1 Base de datos FIP 2014-76

Se revisó la información desarrollada durante el proyecto “Modelo e implementación de un sistema de seguimiento y vigilancia de marea roja al sistema de información geográfica de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura” FIP 2014-76 (Silva *et al.*, 2015), que forma parte de la primera fase de trabajo con los datos provenientes del PMMR de IFOP. Los datos comprenden el periodo 2006-2014 y se componen de 7 GDB de tipo archivo que contienen 697 tablas (Figura 15), cada una correspondiente a un registro de cruceo realizado por el PMMR.

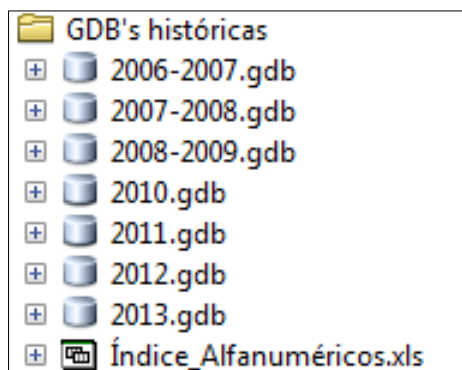


Figura 15. Base de datos Proyecto FIP 2014-76, GDB's históricas.

Estos datos corresponden a 88 estaciones seleccionadas en el contexto del proyecto FIP 2014-76, que se componen de 65 estaciones correspondientes al Subprograma Regular, 17 del Subprograma de Vigilancia y 6 del Subprograma Raúl Marín Balmaceda. Las frecuencias de muestreo aproximadas son mensuales y cada 10 días respectivamente (Tabla 6).

Tabla 6 Resumen de estaciones y frecuencias de muestreo FIP 2014-76

Subprograma	Región	N° Estaciones	Frecuencia regular	Frecuencia Invernal (junio-agosto)
Regular	X	65	Mensual (aprox.)	45 días
Vigilancia	X y XI	17	10 días	30 días
R. Marín Balmaceda	XI	6	10 días	30 días

El área de estudio se localizó entre la Xª Región de Los lagos y la XIª Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo (Figura 16), específicamente entre los paralelos 41° 26' y 44° 35', pasando por el límite establecido en el paralelo 43°22' para el área plaga de *A. catenella* (R. Ex. N°2826/2012).

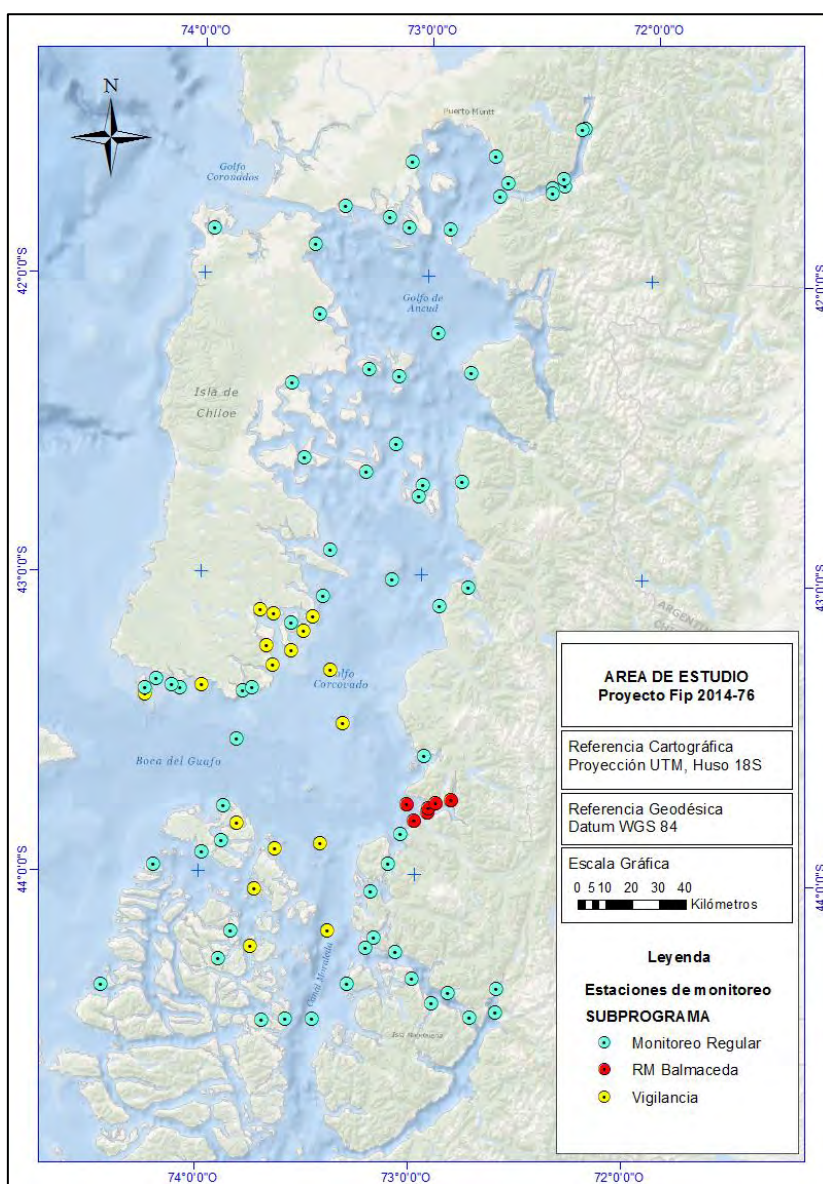


Figura 16. Área de estudio Proyecto FIP 2014-76. Fuente: Informe Final FIP 2014-76, 2016.

Las variables presentes en las bases de datos corresponden a: (i) abundancias relativas para *Alexandrium catenella*, *Dinophysis acuminata* y *Dinophysis acuta*; (ii) temperatura ambiente, (iii) temperatura del mar, (iv) clorofila *a*, (v) salinidad, (vi) viento (dirección y velocidad), (vii) oxígeno disuelto y (viii) toxinas (VDM, VAM, VPM). De estas variables, solo temperatura ambiente, temperatura del mar, clorofila *a*, salinidad y oxígeno disuelto disponen de un modelo de interpolación geoestadístico en base a Kriging Ordinario, mientras que la velocidad del viento dispone de un modelo determinístico a partir de Inverse Distance Weighted (IDW). Las variables de toxinas y abundancias relativas solo presentan modelos de visualización vectorial.

Los modelos de interpolación se encuentran dispuestos en un toolbox desarrollado en ModelBuilder dentro de la plataforma ArcGis 10.2.2 que dispone de las herramientas de despliegue mencionadas agrupadas en toolsets de acuerdo al tipo de variable (Figura 17).

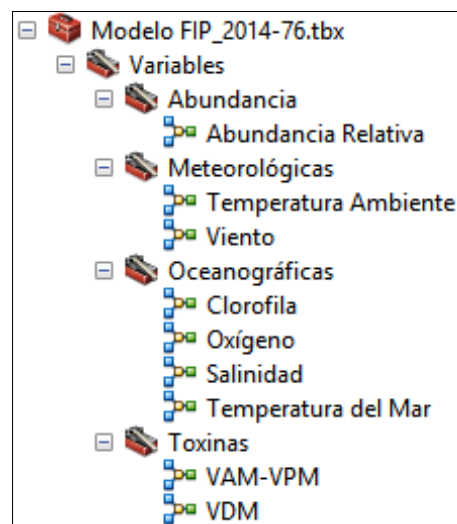


Figura 17. Estructura toolbox Modelo FIP 2014-76.

Fuente: Informe Final FIP 2014-76, 2016.

Anexo a los elementos del modelo y bases de datos, se disponen de las simbologías en formato *.lyr, los vectores de estaciones asociadas al proyecto FIP 2014-76 y la zona de interpolación en formato vectorial (feature class) todo dentro de un GDB de archivos. Esta es la información que se utilizó tanto como base para las revisiones de compatibilidad y funcionalidad de los modelos, como para el análisis estadístico de los métodos de interpolación seleccionados para cada variable.

3.1.2 Revisión Funcional Modelo REPLA

Una primera revisión del modelo consistió en la implementación del mismo para la generación de productos vectoriales y capas interpoladas de las variables, con el fin de evaluar que el funcionamiento cumpla con lo que aparece en la descripción de las herramientas. Para esto se emplearon las bases de datos y los modelos mencionados en el capítulo anterior, los cuales se ejecutaron de acuerdo a lo estipulado por el proyecto FIP 2014-76, para analizar el funcionamiento de los mismos.

La herramienta fue cargada directamente empleando el catálogo de ArcGis (Figura 18), desde donde se realizaron cambios a los directorios intermedios dispuestos en los modelos para la generación de capas continuas no permanentes y vinculaciones que hacen funcionar las herramientas de interpolación y de espacialización vectorial (Figura 19).

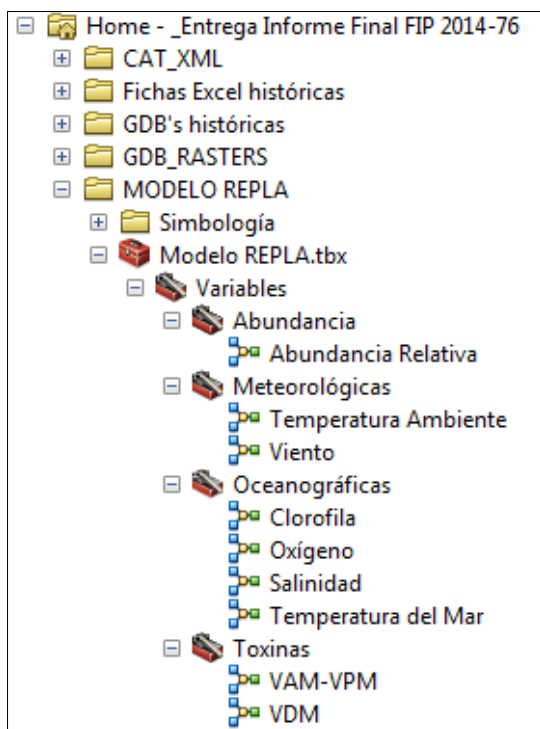


Figura 18. Carga modelo REPLA desde catálogo ArcGIS.

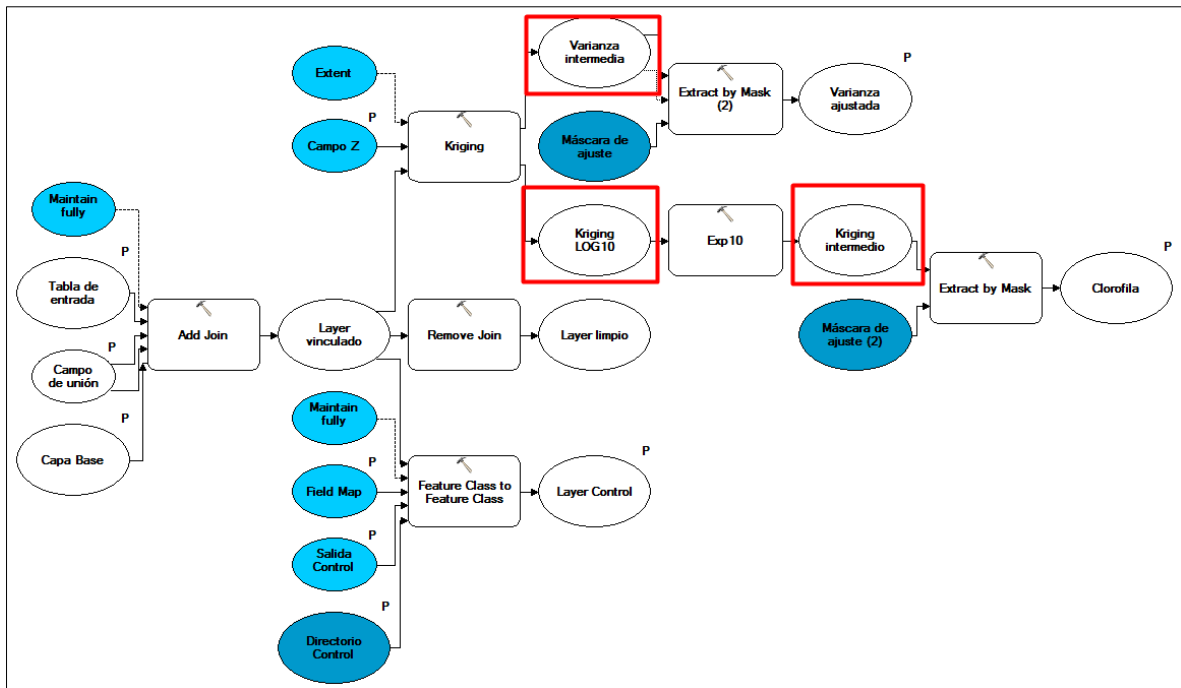


Figura 19. Ejemplo de capas intermedias a ser direccionadas del modelo de interpolación de Clorofila *a* destacadas en cuadros rojos.

Para el direccionamiento de las capas intermedias se generó una GDB de archivos externa igual que para las salidas generadas por los modelos. Adicionalmente se direccionaron los layers de simbología a las respectivas salidas para tener el modelo completamente adecuado para su funcionamiento y evaluación (Figura 20). De esta forma se buscó evitar inconsistencias con el protocolo de los archivos de salida y los intermedios, además de tener un control sobre el volumen de datos generados en el funcionamiento de cada herramienta.

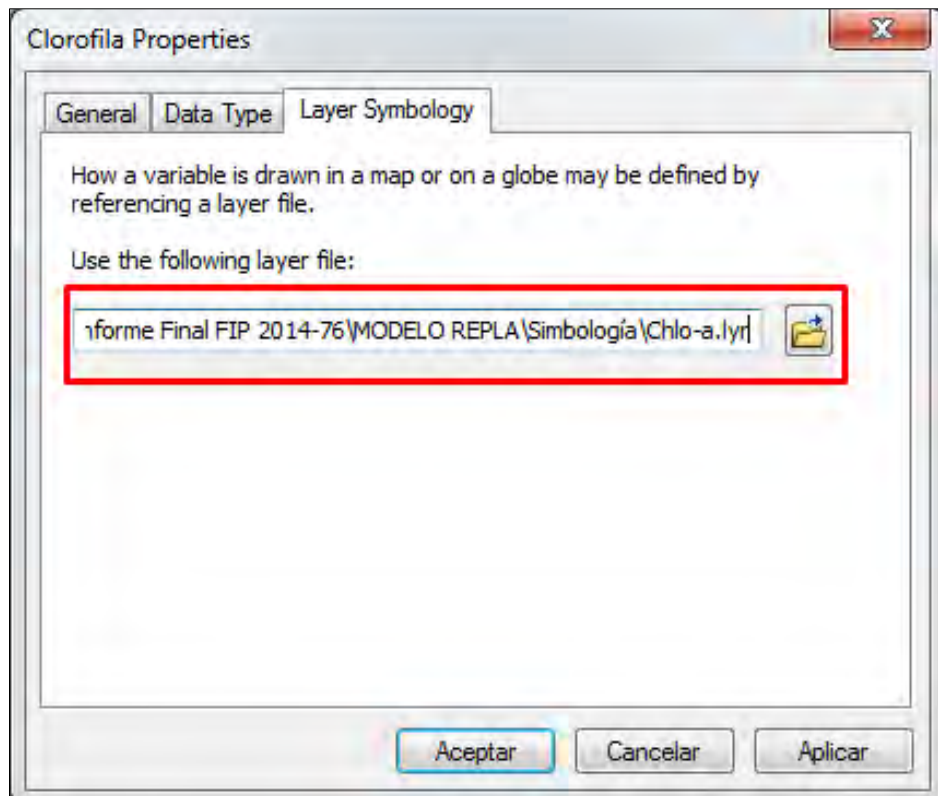


Figura 20. Direccionamiento layer de simbología.

Todos los modelos fueron corridos dentro de la interfaz de ArcMap para generar los productos de interpolación y las capas vectoriales. De esta forma, se estableció que a nivel funcional los modelos responden adecuadamente a las necesidades de generación de información espacial requeridas por la Unidad de Ordenamiento Territorial (UOT) de SUBPESCA, ya que éstos operaron de forma correcta utilizando las bases de datos proporcionadas y su interfaz simple colabora con la optimización de los tiempos de trabajo. El tiempo de respuesta de los modelos (velocidad de funcionamiento) fue adecuado considerando la resolución espacial de las capas interpoladas (250 m tamaño de celda o píxel) y la simbología resulta útil para una interpretación y seguimiento visual de los datos desplegados (Figura 21).

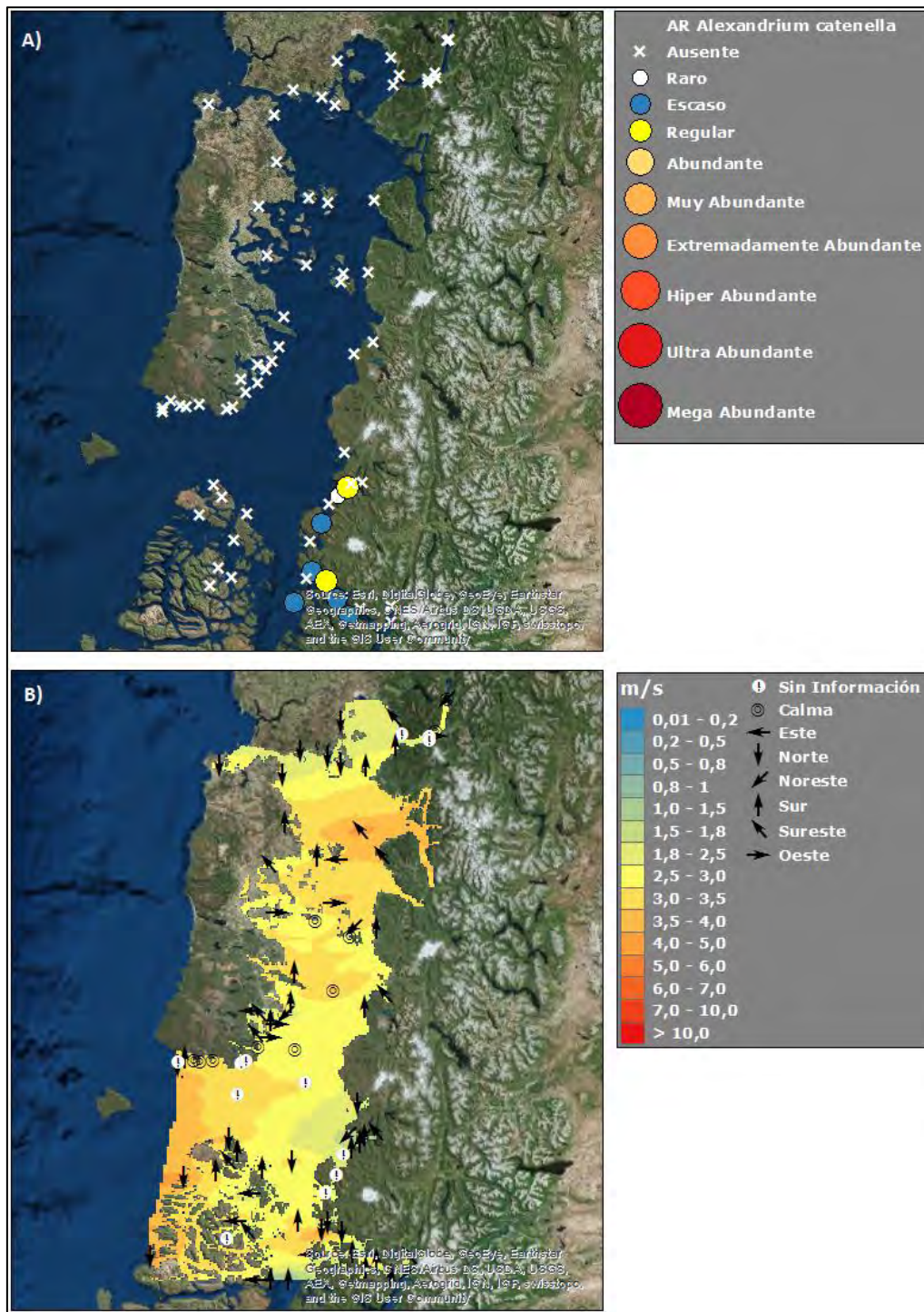


Figura 21. Ejemplo de capas vectoriales y ráster generadas empleando modelo REPLA para el Crucero 1 del año 2013. A) Abundancia relativa y B) Viento (dirección y magnitud).

Analizando el funcionamiento y estructura de los modelos de interpolación y vectoriales generados en la etapa anterior, y considerando que éstos disponen de protocolos adecuados de

funcionamiento y de los parámetros de interpolación incorporados en los mismos, se establecieron las siguientes observaciones:

- Lo modelos vectoriales funcionan adecuadamente y generan las capas con la simbología asignada, ésta es fácil de interpretar y cumple con una categorización oficial, para el caso de las abundancias, y una categorización simple y entendible para el caso de la información referente a toxinas de acuerdo a rangos establecidos y descritos.
- Para el caso del modelo vectorial de abundancias relativas, se incorporó el resto de las especies trabajadas manteniendo la categorización plasmada en las escalas de abundancia, utilizando la simbología (colores y tamaños) diseñada para *Alexandrium Catenella* y se ajustaron las tablas considerando la estructura de base de datos dispuesta por SOPORTA Ltda (Anexo 1. [Acta de Reunión 6](#)).
- Para el caso del modelo vectorial de toxinas se realizó una modificación solo de estructura que permite evitar la reiteración de información, tanto para VDM como para VAM y VPM.
- Al emplear el método de kriging que viene incorporado dentro las herramientas de Spatial Analyst, se pierde la oportunidad de trabajar con los componentes de anisotropía y tendencia que puedan presentarse en la zona. Ante esto se realizó un cambio sistemático a la estructura con el fin de emplear un modelo completo y funcional, utilizando las herramientas incorporadas en el toolset de Geostatistical Analyst y capas geoestadísticas.
- Los modelos entregan como parámetro opcional las semi-varianzas de los datos como una aproximación a la incertidumbre presente en la interpolación, pero ésta no está ajustada a la máscara, lo que se corrigió en los nuevos modelos. Se cambió la representación de las varianzas como medida del error y se trabajó con la predicción de error estándar y una salida de validación cruzada vectorial complementaria (puntos).
- Se realizaron las exploraciones empleando GS+ Geostatistics 10.0, ajustando los modelos de variogramas que fueron incorporados y modelados en la interfaz de ArcGis.
- Se realizó el cambio del método IDW aplicado al viento en la etapa anterior y se aplicó kriging, para obtener una consistencia entre todos los modelos de interpolación empleados en las diferentes variables.

- Se consideró relevante no emplear extrapolación fuera de las zonas de muestreo para no alterar la precisión estadística de los modelos y no generar datos que puedan conducir a un error de interpretación en zonas sin información.

3.1.3 Mejoras Funcionales Modelo de Abundancia Relativa Modelo REPLA v1.0

Para el modelo de despliegue vectorial de abundancias relativas se consideraron en el Proyecto FIP 2014-76 tres especies de fitoplancton correspondientes a *Alexandrium Catenella*², *Dinophysis acuminata* y *Dinophysis acuta* las cuales entran al modelo vectorial generando 3 salidas simbolizadas considerando las escalas de abundancia relativa establecidas para cada especie (Tabla 7).

Tabla 7. Escala de abundancia relativa empleada por el Proyecto FIP 2014-76

	ESCALA	<i>Dinophysis acuta</i> / <i>Dinophysis acuminata</i>	<i>Alexandrium catenella</i>
AUSENTE	0	0	0
RARO	1	1 - 5	1 - 2
ESCASO	2	6 - 15	3 - 10
REGULAR	3	16 - 35	11 - 42
ABUNDANTE	4	36 - 75	43 - 170
MUY ABUNDANTE	5	76 - 155	171 - 682
EXTREMADAMENTE ABUNDANTE	6	156 - 315	683 - 2730
HIPER ABUNDANTE	7	316 - 635	2731 - 10922
ULTRA ABUNDANTE	8	636 - 1275	10923 - 43690
MEGA ABUNDANTE	9	1276 - 2555	43691 - 174762

Fuente: Modificado de Guzmán *et al.*, 2012.

En el nuevo modelo se establece que deben ingresarse la totalidad de las especies muestreadas por el PMMR de IFOP; requerimiento que generó la necesidad de modificar la estructura del modelo de abundancias relativas con el fin de hacerlo más óptimo y funcional a la interfaz de trabajo de ArcGis Desktop.

El modelo original (Figura 22) establece el ingreso de la tabla de datos y la vinculación con una capa vectorial base correspondiente a las estaciones de monitoreo a partir de los códigos de las estaciones; para posteriormente generar las capas vectoriales correspondientes a cada especie.

² Siendo esta la especie objetivo del proyecto, mientras las otras dos se adecuaron por solicitud de Subpesca

De esta forma, la información se genera 3 veces con el fin de representar la información de las especies establecidas.

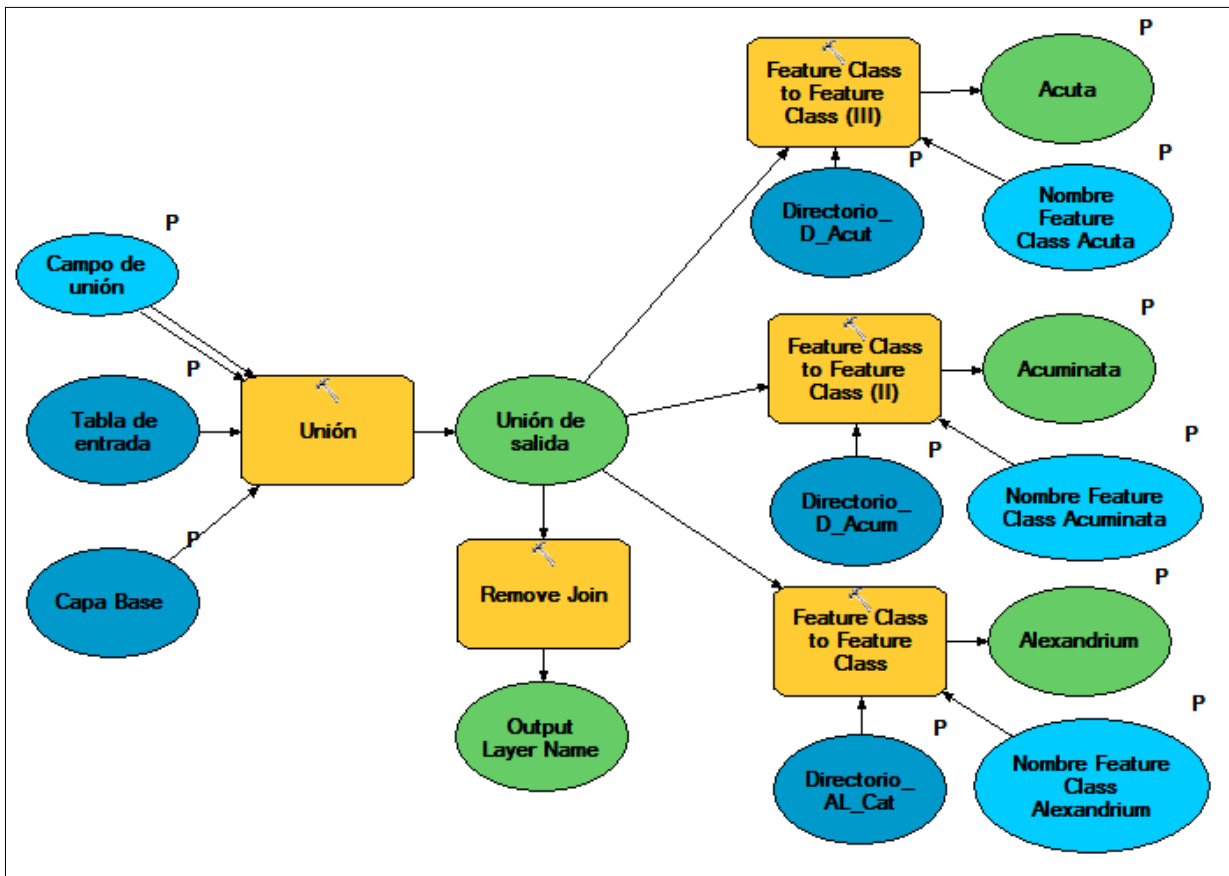


Figura 22. Modelo abundancia relativa.
 Fuente: Informe Final FIP 2014-76, 2015.

Considerando la totalidad de las especies a incluir en el modelo, se realizó una modificación a la estructura de las tablas de abundancia relativa para incluir las especies muestreadas por el programa con el fin de incluirlas en la herramienta de espacialización; quedando codificadas como se muestra en la Tabla 8, según las especificaciones realizadas por Leandro Zamudio de SOPORTA Ltda. (Anexo 1. [Acta de Reunión 6](#)).

Tabla 8. Tabla ejemplo abundancia relativa

ESTACIONID	F_MUESTRO	CRUCERO	C_REGION	ARALEXCATE	ARALEXOSTE	ARALEXTAMA	ARDINOACUM	ARDINOACUT	ARPROTRETI	ARPSEUAUST	ARPSEUPSEU
L01	19/05/2006	1	10	0	1	0	0		0	0	0
L02	19/05/2006	1	10	0	2	1	0		0	0	1
L02N1	18/05/2006	1	10	0	3	0	0		0	0	1
L02N2	18/05/2006	1	10	0	3	1	0		0	0	1
L02N3	18/05/2006	1	10	0	3	0	0		0	0	1
L03	20/05/2006	1	10	0	1	0	0		0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

- *Alexandrium Catenella* →ARALEXCAT
- *Dinophysis Acuminata* →ARDINOACUM
- *Dinophysis Acuta* →ARDINOACUT
- *Alexandrium Ostenfeldii* →ARALEXOSTE
- *Alexandrium cf. Tamarense* →ARALEXTAMA
- *Protoceratium Reticulatum* →ARPROTRETI
- *Pseudo-nitzschia cf. Australis* →ARPSEUAUST
- *P. cf. Pseudodelicatissima* →ARPSEUPSEU

Esta codificación se empleó para manejar de manera adecuada las tablas dentro de las bases de datos (nombres cortos), minimizando los posibles errores de ingreso que puedan existir al momento de normalizar los datos. Con esta nueva estructura se buscó además, que toda la información se maneje en una sola tabla para cada crucero, y con el modelo (Figura 23) se buscó que la información vectorial sea una sola capa que pueda generar layers temporales en el ambiente desktop de ArcGis sin generar redundancia en los datos y asociado a un proyecto *.mxd.

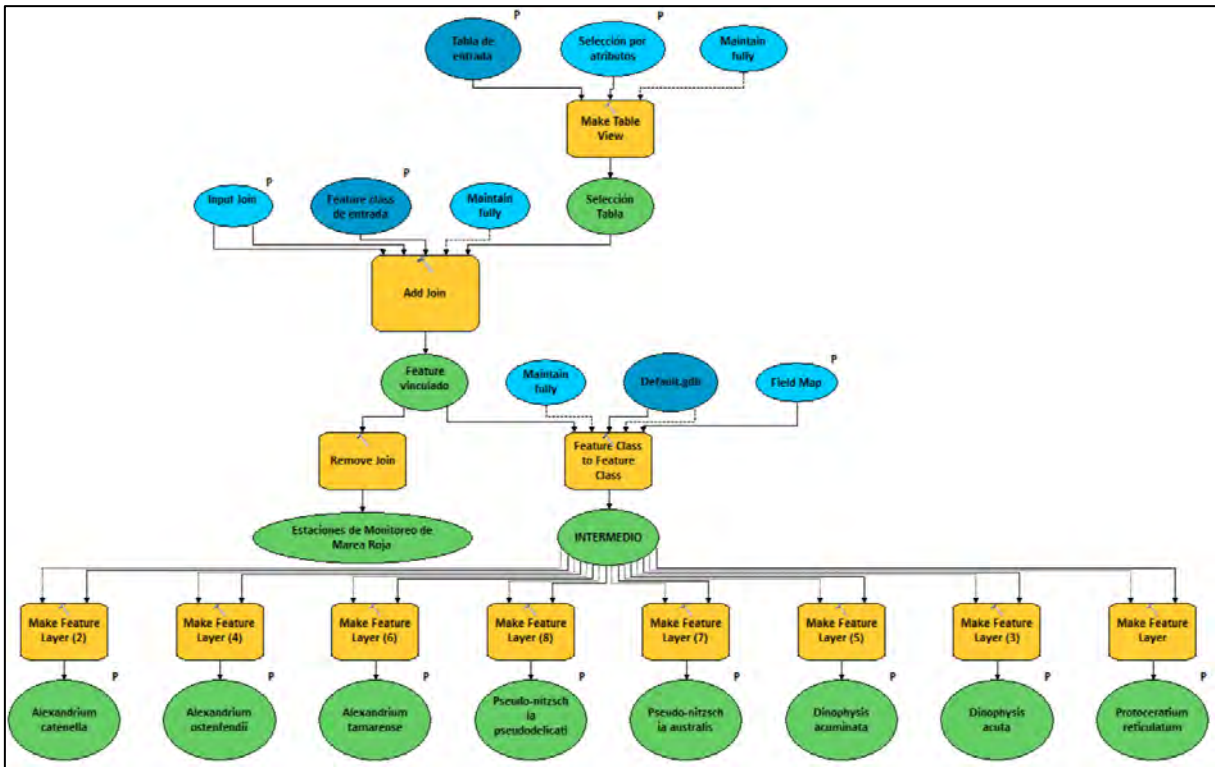


Figura 23. Ejemplo del nuevo modelo de espacialización vectorial para abundancia relativa

El modelo (Figura 23) contempla una estructura de base similar al presentado en la Figura 22, vinculando las tablas con los datos de abundancia a las estaciones base de monitoreo mediante los códigos de estación; sin embargo el cambio está en que se genera una sola capa vectorial en lugar de 3 y la simbolización de acuerdo a las escalas de abundancia relativa (Tabla 9) se genera mediante la creación de layers temporales asociados al proyecto de trabajo evitando la redundancia de información y la carga excesiva del sistema. De esta forma toda la información desplegada responde a una sola tabla de atributos almacenada de forma central (file GDB o GDB corporativa), con la información de la tabla de salida codificada de la misma forma que la tabla de entrada.

Tabla 9. Simbología modelo de abundancia relativa.

	Escala	D.Acuta (1)	A. catenella (2)	<i>Pseudo-nitzschia</i> <i>spp.</i> (3)	Tamaño	R	G	B	PALETA
AUSENTE	0	0	0	0	10	92	92	92	
RARO	1	1 - 5	1 - 2	1 - 10	10	173	221	142	
ESCASO	2	6 - 15	3 - 10	11 - 50	12,5	49	163	84	
REGULAR	3	16 - 35	11 - 42	51 - 210	15	254	229	217	
ABUNDANTE	4	36 - 75	43 - 170	211 - 850	17,5	252	187	161	
MUY ABUNDANTE	5	76 - 155	171 - 682	851 - 3410	20	252	146	114	
EXTREMADAMENTE ABUNDANTE	6	156 - 315	683 - 2730	3411 - 13650	22,5	251	106	74	
HIPER ABUNDANTE	7	316 - 635	2731 - 10922	13651 - 54610	25	239	59	44	
ULTRA ABUNDANTE	8	636 - 1275	10923 - 43690	54611 - 218450	27,5	203	24	29	
MEGA ABUNDANTE	9	1276 - 2555	43691 - 174762	---	28,5	153	0	13	

Cálculo derivado del número de células promedio bajo un cubre objeto de 18x18 mm en 3 alicuotas de 0,1 ml cada una

Fuente: Elaboración Propia en base a PMMR IFOP, 2016

(1) *Dinophysis acuta*, *Dinophysis acuminata*, *Alexandrium ostenfeldii*, *Protoperidinium crassipe*, *A. cf. Tamarense* y *Prorocentrum micans*

(2) *Alexandrium catenella* y *Protoceratium reticulatum*

(3) *Pseudo-nitzschia cf. australis* y *Pseudo-nitzschia cf. pseudodelicatissima*

La herramienta de ejecución contempla la estructura dispuesta en la Figura 24: A) Tabla de entrada con registros históricos de abundancia relativa; B) Sección para realizar selección por atributos para la espacialización (ej. Selección por crucero, región, programa, etc.); C) Entidad de clase vectorial (puntos) a la que se vinculará la información seleccionada; D) Código común de vinculación entre la tabla y la entidad vectorial; E) Sección para modificar o ajustar las propiedades de los campos de salida del feature intermedio y F) nombres de salida para feature layers temporales generados por la herramienta.

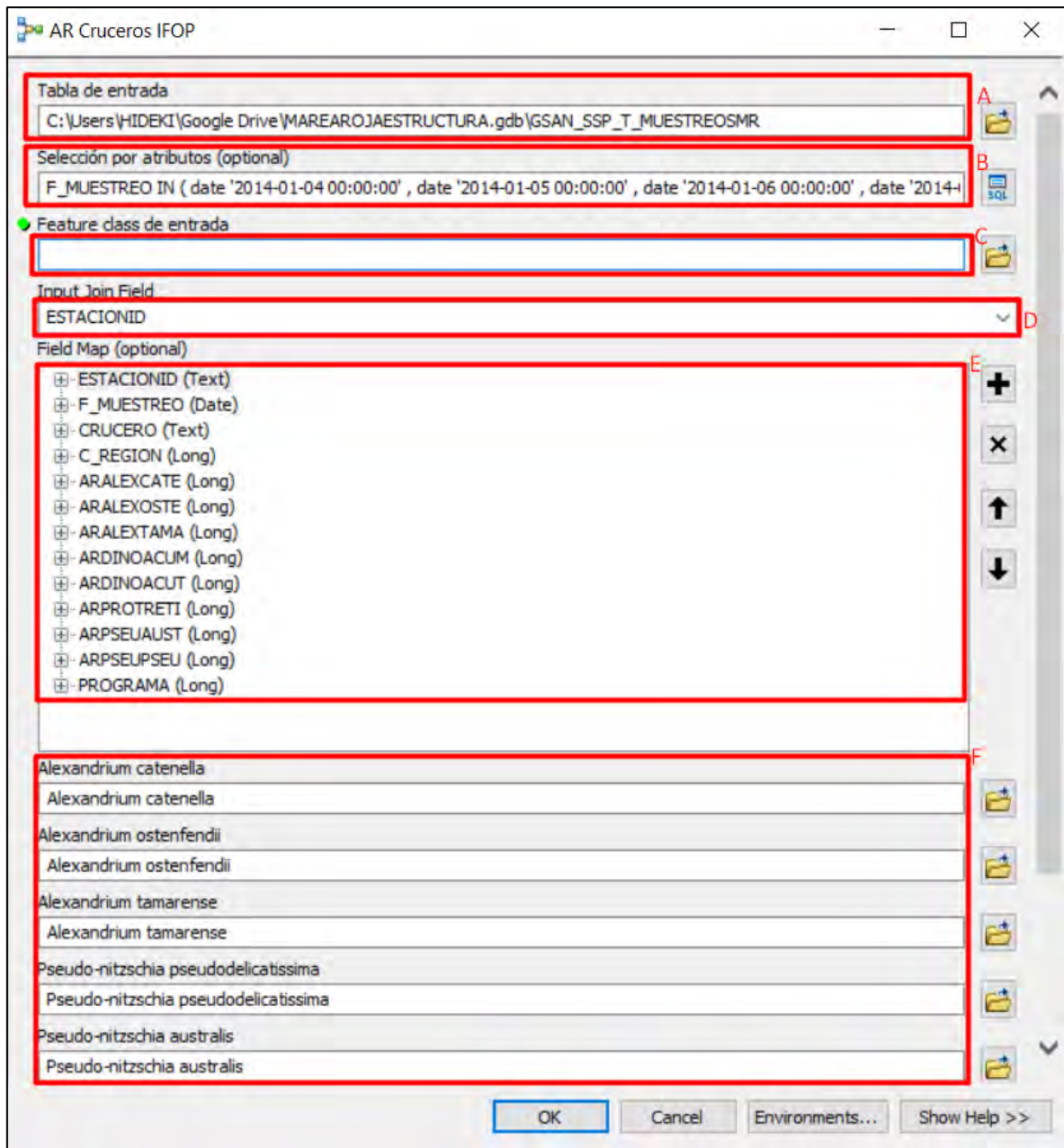


Figura 24. Caja de herramientas modelo de espacialización vectorial abundancia relativa.

Las simbologías (*.lyr) utilizadas para éste y los demás modelos, se entregaron en una carpeta asociada al proyecto, dado que a diferencia de tablas u otros archivos con dimensión espacial (shapefile, ráster) u otros archivos de simbología (representation) no pueden ser alojados en un GDB. Además la aplicación automática que da simbología a las salidas de los modelos se realizó en Model Builder y esta estructura trabaja solo con este tipo de archivos.

3.1.4 Mejoras Funcionales Modelo de Toxinas (VAM, VPM-VDM) Modelo REPLA v1.0

El modelo de toxinas fue dividido en dos herramientas, agrupando las toxinas VAM y VPM en una y dejando la información de VDM en un modelo separado, para las especies centinelas. Lo anterior debido principalmente a la configuración de las planillas de datos y el volumen de información recogida por cada una. El modelo original de VDM (Figura 25) se dejó sin modificaciones de ningún tipo dado que solo se considera una variable a espacializar y no se establece ninguna redundancia con la información que se genera.

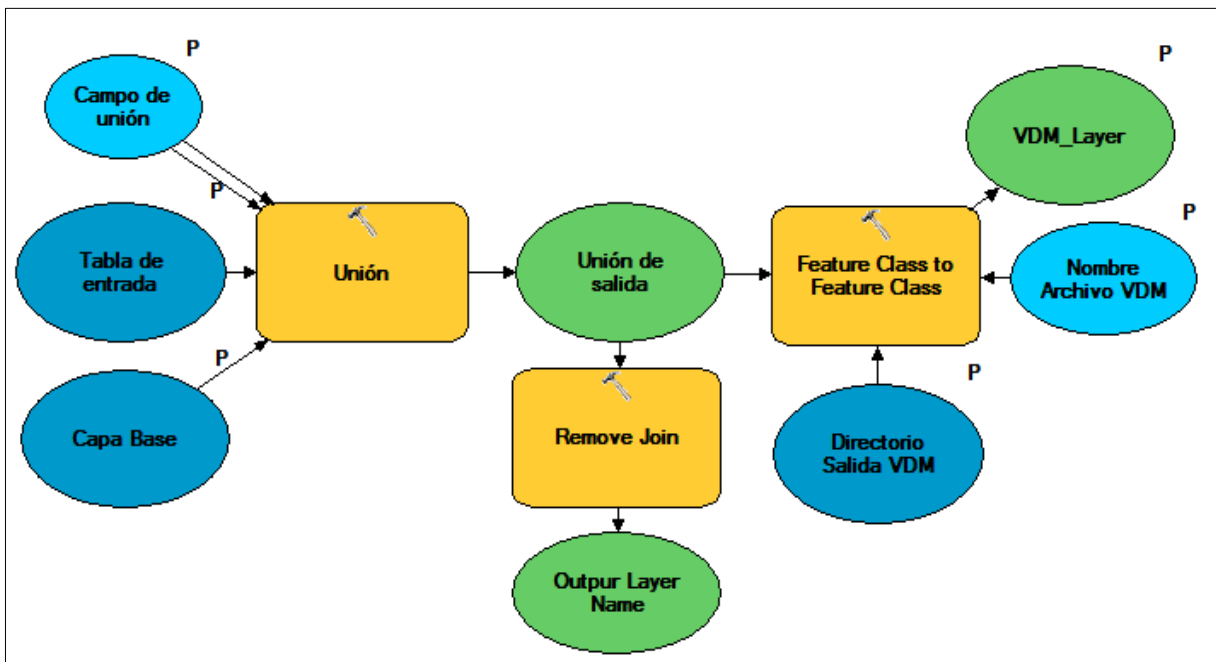


Figura 25. Modelo de toxinas VDM para especies centinelas.

Fuente: Informe Final Proyecto FIP 2014-76.

En el caso del modelo para VAM-VPM, se consideró una estructura similar a la generada para el modelo de abundancia relativa considerando de esta forma la generación de layers asociados a una sola entidad vectorial; esto con el fin de capturar toda la información recogida por las tablas para cada toxina. El modelo quedó como se aprecia en la Figura 26.

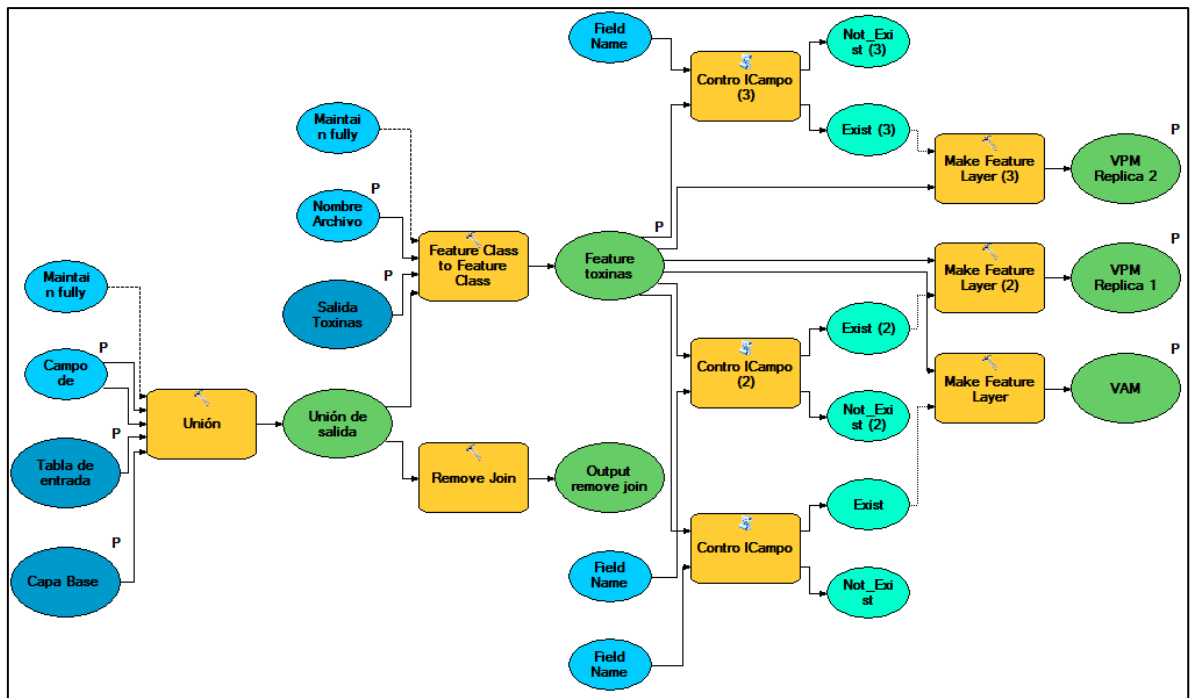


Figura 26. Modelo de toxinas VAM-VPM para especies centinelas.

De esta forma los modelos vectoriales solo requirieron modificaciones estructurales manteniendo los protocolos de simbología desarrollados durante la fase I (FIP 2014-76); mejorando su funcionalidad, disminuyendo la redundancia de información y el volumen de datos intermedios generados.

3.1.5 Mejoras Funcionales Modelos de Interpolación del Modelo REPLA v1.0

En base a los resultados obtenidos del diagnóstico, se realizó un cambio en la estructura de los mismos con el fin de sacar mayor partido a las herramientas y proporcionar un mejor manejo de los resultados entregados por las mismas en la versión 1.0 de la herramienta.

Una de las primeras modificaciones realizadas fue el reemplazo de la herramienta de interpolación Kriging proveniente del set de herramientas de Spatial Analysis por el uso de la herramienta Create Geostatistical Layer. Este reemplazo se realizó con el fin de mantener los parámetros adecuados en una plantilla de interpolación (Geostatistical Layer) asociada a un proyecto de trabajo (*.mxd) que permita obtener todos los parámetros estructurales para la interpolación de los datos in situ del PMMR de IFOP; considerando además la transformación

pertinente de los datos que lo requieran (ejemplo clorofila a) y las tendencias detectadas en la modelación base.

Una segunda modificación, fue establecer la distribución de los errores con un mapa de predicción de errores estándar consistente con la capa de parámetros geoestadísticos empleados en la interpolación de base³. El uso de esta herramienta se consideró como complementaria para el análisis dando al usuario una mejor visión de los datos y de la incertidumbre de los mismos dentro de los mapas. Se agregó al modelo una herramienta de validación cruzada que genera una salida vectorial complementaria al mapa de error; este método se emplea principalmente debido a que el volumen de datos en la zona de interpolación es reducido y no es consistente con otras metodologías de análisis de error (ej. reservar un set de datos para validación posterior). De esta forma el usuario podrá conocer, cada vez que ejecute el modelo, para cada punto de muestreo el valor real y el valor estimado sin ese punto, pudiendo llevar a cabo el análisis de importancia de cada punto en la modelación. Finalmente, se generó una estructura que permite dar salida a los datos originales ingresados con el fin de tener un control sobre la información de entrada proveniente de las plantillas Excel o GDB, pudiendo estas capas ser alojadas en la base de datos general del proyecto.

Estos cambios quedan dispuestos en la Figura 27 con el modelo esquemático generado en la herramienta ModelBuilder, sobre la que se desarrollaron las plantillas y estructuras de trabajo de cada herramienta de interpolación nueva, mientras que en la Figura 28 se muestra la forma de la caja de diálogo de la herramienta estableciendo un acercamiento simple al funcionamiento de los diferentes modelos.

³ Para las variables que sean interpoladas con un método que permita la generación de esta información

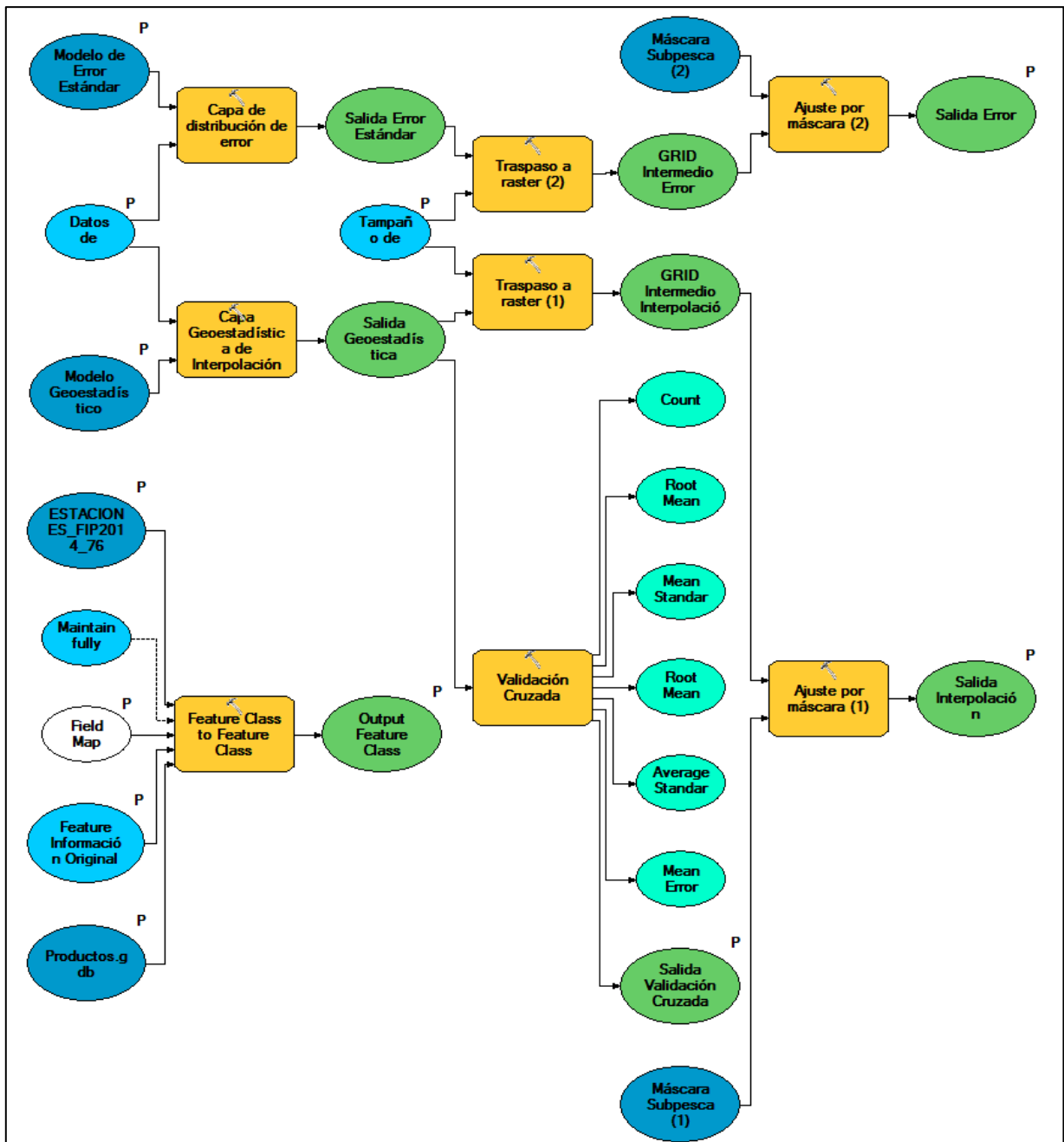


Figura 27. Estructura general modelo de interpolación modelo REPLA v2.0.

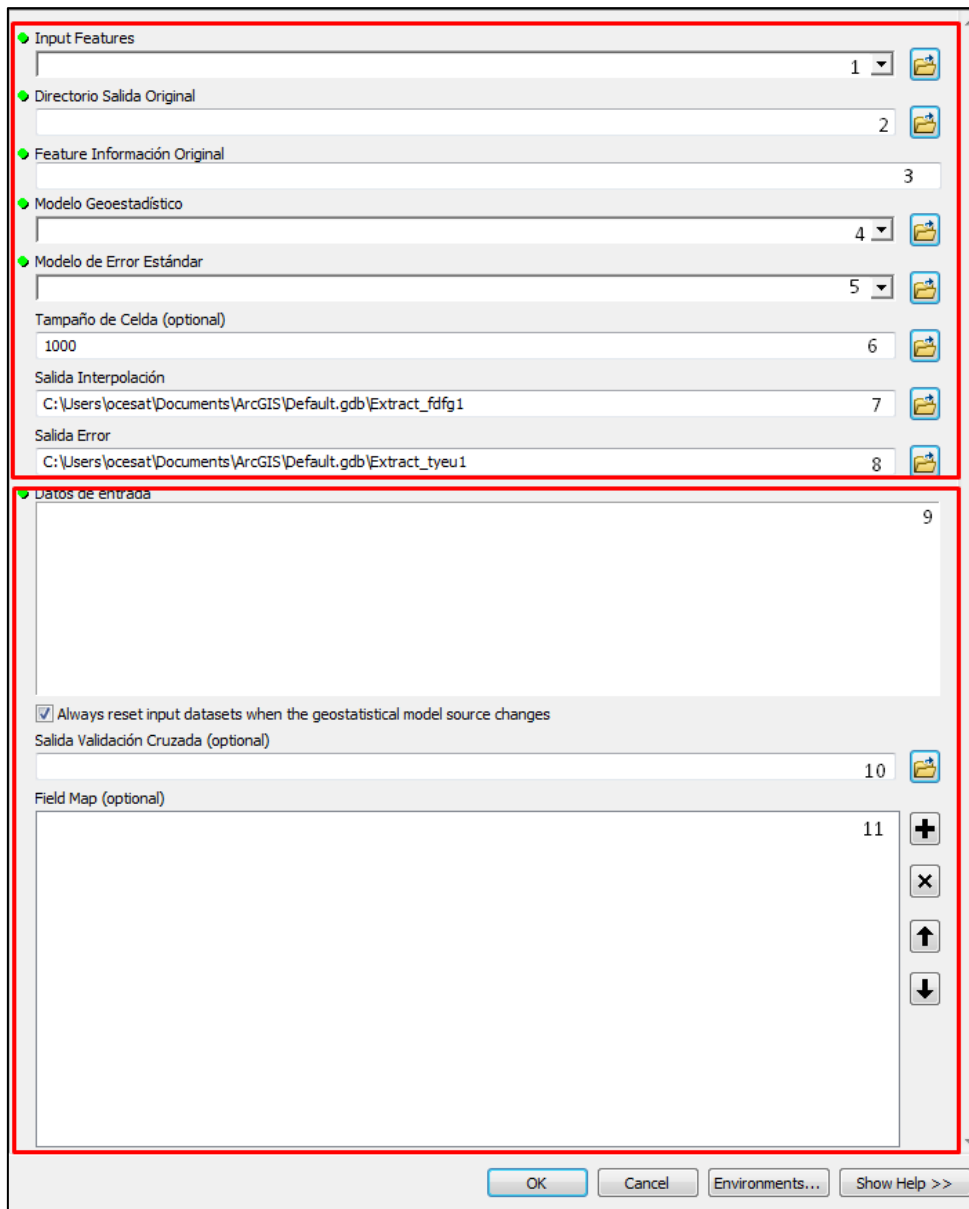


Figura 28. Caja de herramientas general para interpolación. 1) Carga entidad con datos originales de interpolación; 2) Configuración directorio de salida para datos originales; 3) Nombre de entidad vectorial de salida para datos originales; 4) Modelo Geoestadístico base (verano, otoño, invierno o primavera); 5) Modelo Geoestadístico de error estándar; 6) Definición de tamaño de celda; 7) Dirección archivo de salida interpolación; 8) Dirección archivo de salida error estándar; 9) Parámetros de entrada para interpolación; 10) Salida para validación cruzada; 11) configuración de campos de salida para capa vectorial de datos originales.

Considerando este cambio en la estructura, se realizó una modificación en las bases de datos alfanuméricas, principalmente para la variable clorofila *a* que contemplaba la inclusión de un campo con el Logaritmo de la clorofila *a* para la entrada a la interpolación (Tabla 10). Debido

al uso del nuevo modelo, no es necesaria la existencia de este campo ya que la transformación predeterminada se encuentra en las capas geoestadísticas base.

Tabla 10. Ejemplo de tabla de datos modificada para clorofila *a* FIP 2014-76

REGION	CODIGO_EST	NOMBRE	FCH_CRUC	MES	C_0-10	log10CL_0-10	C_10-20	log10CL_10-20
X	L01	Metri	02-23 feb 10	FEBRERO	0,001	-3,000	4,344	0,638
X	L02	Yates	02-23 feb 10	FEBRERO	1,949	0,290	0,328	-0,484
X	L02N1	Sotomó	02-23 feb 10	FEBRERO	0,870	-0,061	0,412	-0,385
X	L02N2	Cochamó	02-23 feb 10	FEBRERO	5,000	0,699	0,190	-0,720
X	L02N3	Marimeli	02-23 feb 10	FEBRERO	1,046	0,020	0,356	-0,448
X	L02N4	Pocoihuen	02-23 feb 10	FEBRERO	0,954	-0,021	0,253	-0,597

Fuente: Informe Final FIP 2014-76, 2015.

En el caso de las otras tablas de datos, se consideró adecuado su formato y estructura de almacenamiento de acuerdo a lo establecido en la etapa inicial (FIP 2014-76). Solo se adecuaron los nombres de campos de acuerdo a lo proporcionado por SOPORTA Ltda. para la estructura de los campos de abundancia relativa (Anexo 1. [Acta de Reunión 6](#)); dejando como campo clave el que contiene el código de cada estación (**ESTACIONID**) para la vinculación de ambas bases de datos.

De esta forma se simplificó la información contenida en las bases de datos, además de suponer una disminución del tiempo de normalización de nuevas bases que actualicen y complementen la información. Un requerimiento previo es el de unir la tabla de datos a interpolar con la capa base de estaciones, previo a la puesta en funcionamiento de la herramienta por lo que se mantuvieron los códigos de estación como campo relevante en el funcionamiento de las diferentes herramientas de interpolación.

3.1.6 Construcción modelos de Interpolación Modelo REPLA v2.0

Con el fin de modelar correctamente los semivariogramas de cada variable a interpolar, se optó por considerar un año normal, teniendo en cuenta la información generada por el Climate Prediction Center's (CPC) de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) respecto a los episodios de El Niño/ Oscilación del Sur donde se presentan las anomalías cálidas (rojas) y frías (azules) en relación a un umbral de $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ respecto al Índice Oceánico del Niño, ONI por sus siglas en inglés (Tabla 11). De acuerdo a este criterio se estableció el uso del año

2013 como base para la modelación geoestadística; siendo además el último año presente en la base de datos entregada por parte del proyecto FIP 2014-76 y considerando un mayor número de registro de datos para las variables y estaciones dentro del área.

Tabla 11. Episodios El Niño/La Niña 2006-2016 en relación al ONI

AÑO	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
2006	-0.7	-0.6	-0.4	-0.2	0	0	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9	0.9
2007	0.7	0.4	0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.4	-0.6	-0.9	-1.1	-1.3	-1.3
2008	-1.4	-1.3	-1.1	-0.9	-0.7	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-0.4	-0.6	-0.7
2009	-0.7	-0.6	-0.4	-0.1	0.2	0.4	0.5	0.5	0.6	0.9	1.1	1.3
2010	1.3	1.2	0.9	0.5	0	-0.4	-0.9	-1.2	-1.4	-1.5	-1.4	-1.4
2011	-1.3	-1	-0.7	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-0.6	-0.8	-0.9	-1	-0.9
2012	-0.7	-0.5	-0.4	-0.4	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.3	0.3	0.1	-0.2
2013	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3
2014	-0.5	-0.5	-0.4	-0.2	-0.1	0	-0.1	0	0.1	0.4	0.5	0.6
2015	0.6	0.5	0.6	0.7	0.8	1	1.2	1.4	1.7	2	2.2	2.3
2016	2.2	2	1.6	1.1	0.6	0.1	-0.3	-0.5				

Fuente: Climate Prediction Center NOAA, 2015

Para la configuración general de las herramientas se realizaron modelos de variogramas estacionales con el fin de capturar de la forma más adecuada posible la variabilidad presente en el área (Anexo 2. Objetivo 1. [Mapas puntuales de variabilidad estacional](#)), sin sobre ni subdimensionar ningún aspecto de ésta de forma significativa. Para esto se calcularon promedios estacionales considerando los valores reales registrados por las estaciones de muestreo para cada época del año, para todas las estaciones con al menos un dato por cada mes en cada estación (monitoreo regular)⁴.

Se realizaron pruebas de normalidad utilizando el test de Anderson-Darling (AD)⁵; el que se eligió por tener en consideración el cálculo de valores críticos, proporcionando mejores resultados que otros test (Zandi *et al.*, 2011), siendo un método mucho más robusto para datos como los trabajados en la zona de estudio. El análisis de normalidad se consideró relevante como parte del Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (AEDE) previo a la realización del Kriging, contemplando cualquier ajuste o transformación requerida para los datos de no cumplir

⁴ Se destaca que los subprogramas de Vigilancia y Raúl Marín Balmaceda disponen de más registros

⁵ Realizado en Minitab 16

con la normalidad. (Anexo 2. Objetivo 1. [Gráficos de probabilidad normal y resultados de Anderson-Darling para variables ambientales PMMR y Resultados de datos transformados por estación para variables ambientales PMMR](#)).

Las transformaciones para los datos se aplicaron directamente sobre la interfaz de Geostatistical Analyst luego de realizar los análisis de normalidad. Para esto se consideraron los dos métodos adecuados disponibles en la herramienta, que corresponden a (Johnston *et al.*, 2001; Esri, 2016):

(i) Box-Cox

$$Y(\mathbf{s}) = (Z(\mathbf{s})^\lambda - 1)/\lambda$$

$$Z(\mathbf{s}) = \text{datos observados}$$

Para $\lambda \neq 0$

(ii) Log

$$Y(\mathbf{s}) = \ln(Z(\mathbf{s}))$$

$$Z(\mathbf{s}) = \text{datos observados}$$

ln = logaritmo natural

Para $Z(\mathbf{s}) > 0$

El método de interpolación utilizado fue Kriging⁶, principalmente por su alto potencial de disminuir al mínimo la variación de errores, la consideración de las características espaciales de continuidad y autocorrelación, la capacidad para desagrupar y por ser un estimador local que tiene la cualidad de ser el mejor estimador lineal insesgado (Savelieva *et al.*, 2008; Chiles & Delfiner, 2009; Reyes, 2010) y con una alta precisión global (Olaya, 2012). Además las técnicas de carácter lineal que pueden ser trabajadas (kriging simple u ordinario por ejemplo) se pueden combinar con transformación de datos y técnicas de remoción de drift o tendencia (Krivoruchko, 2001).

Los parámetros generales de modelación (tamaño de lag, número de lags y correlación) fueron obtenidos empleando herramientas de estadística espacial. Se calculó la distancia de vecindad promedio para las estaciones en la zona de estudio empleando la herramienta Average Nearest

⁶ Variable según los resultados de los análisis de normalidad de cada variable seleccionada para el proyecto.

Neighbor, la que contempla la distancia entre un centroide de una entidad y su vecino más cercano calculando un ratio entre la distancia promedio esperada y la observada. El resultado fue una distancia promedio de 10725.93 m, un puntaje z de -3.12 y un valor p 0.002 (Tabla 12) estableciendo estadísticamente un patrón parcialmente clusterizado con un ratio de 0.83 para la zona (Figura 29).

Tabla 12. Resumen Average Nearest Neighbor

Distancia promedio Observada	10725.9288 Metros
Distancia Promedio esperada	12984.1383 Metros
Nearest Neighbor Ratio	0.83
Puntaje z	-3.12
Valor P	0.002

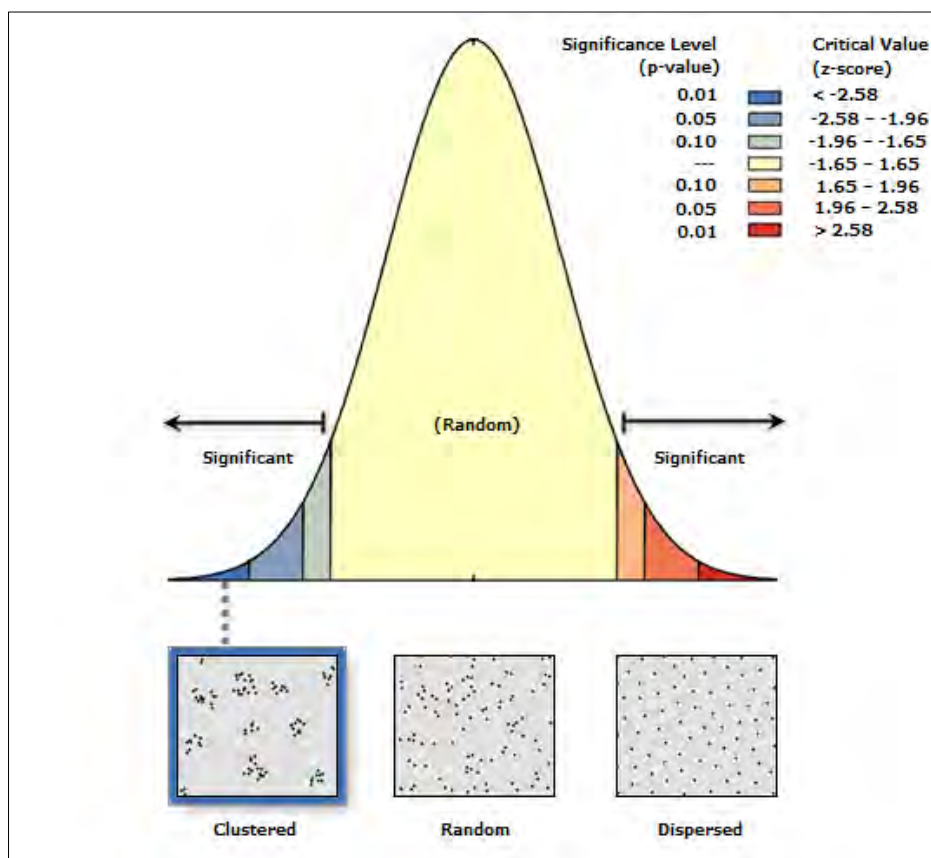


Figura 29. Patrón de distribución estaciones FIP 2014-76 (88 puntos).

Se considera por lo tanto una distancia base que permita mover o ajustar el tamaño de los lags y su número de acuerdo a cada variable, considerando ciertos umbrales de comportamiento propios para cada una de éstas. Adicionalmente, se calculó el nivel de clusterización empleando múltiples distancias (Figura 30) con el uso de la herramienta Multi-Distance Spatial Cluster

Analysis de ArcGis. Se empleó como referencia el resultado de la distancia de vecindad promedio y se realizaron cálculos con un nivel inicial de 5000 m y un intervalo de aumento de 1000 m con 20 intervalos de cálculo, para establecer si existía alguna variación respecto al comportamiento general presente en la zona de análisis.

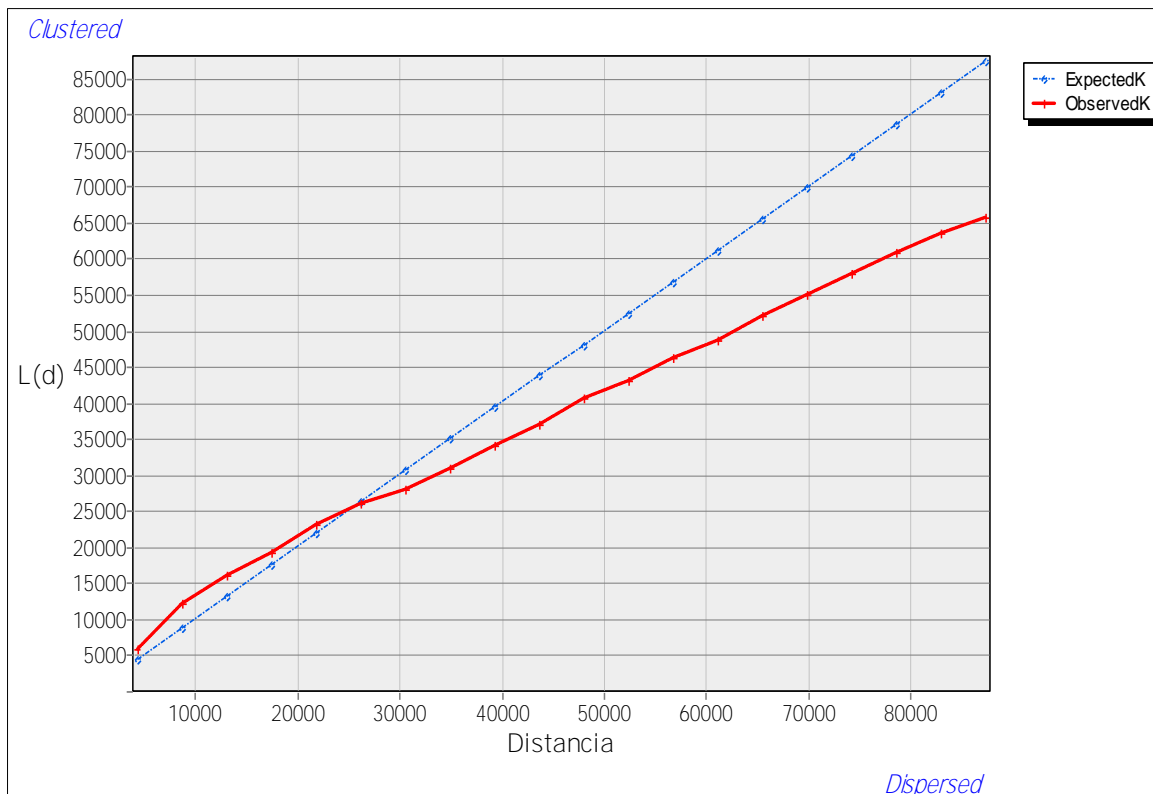


Figura 30. Nivel de clusterización (dispersión) en relación a la distancia.

El resultado muestra una tendencia general a la clusterización en el área en distancias relativamente pequeñas, pasando a un aumento significativo en la dispersión con el aumento de la distancia a partir de los 26000 m. Esto implica que habrá zonas con una minimización de los errores debido a la agregación de las estaciones, mientras en otras, donde la presencia de estaciones es irregular, habrá mayor incertidumbre al modelar. Por tanto, se consideró un tamaño de lags no muy bajo para no generar un alto número de muestras vacías, ni un número muy elevado que lleve a ignorar procesos de correlación espacial de escalas más bajas.

Para el proceso de selección de modelos de variograma se empleó un tamaño de lag activo de entre 6000 y 12000⁷, considerando los datos anteriores se empleó GS+ para la exploración,

⁷ Variable de acuerdo a la respuesta de la autocorrelación

modelación y obtención del modelo anisotrópico de mejor ajuste para cada variable y cada estación a través de los parámetros: Residual Sums of Squares, la Proporción y el Coeficiente de Regresión. (Anexo 2. Objetivo 1. [Modelos de interpolación estacionales obtenidos con GS+ para variables ambientales PMMR](#)). El primero proporciona una medida exacta de qué tan bien se ajusta el modelo a los datos de modelación (mientras más bajo mejor ajuste), el segundo entrega una medida de la dependencia (> 0.75 o 75%) y el tercero representa la bondad de ajuste para el modelo de mínimos cuadrados de la regresión de ajuste, mientras más cercano a 1 mejor el modelo y menos sujeto a sesgos (Robertson, 2008).

La modelación se realizó en la interfaz de Geostatistical Analyst mediante la herramienta Geostatistical Wizard. Una vez realizados los modelos, estos volvieron a ser evaluados en torno a su desempeño empleando los siguientes criterios (Johnston *et al.*, 2001; Fuenzalida *et al.*, 2015):

- Root-Mean-Square (RMS): mientras más bajo sea el valor, mejor serán las predicciones realizadas
- Average Standard Error (ASE): bajo y similar al RMS, si es mayor se está subestimando la variabilidad de los datos y si es menor se está sobre estimando la misma.
- Root-Mean-Square-Standardized (RMSS): debe estar cercano a 1, esto indica que los errores generados por la predicción están dentro de un rango válido.

El proceso de modelación geoestadística se realizó en 3 etapas claves (Isaaks & Srivastava, 1989; Savelieva *et al.*, 2008):

(i) AEDE:

Se evaluó la distribución normal de los datos y se analizó la necesidad de una transformación específica de acuerdo a las medidas de tendencia central y de forma, para llevar los datos a una distribución cercana a la normal. En general si el *skewness* va entre 0.5 y 1 la transformación es de tipo box-cox (o raíz cuadrada), mientras que para valores superiores a 1 transformación es logarítmica (\ln o \log_{10}) para poder ajustar la distribución (Webster & Oliver, 2001).

(ii) Análisis estructural:

Involucra la selección del método y la configuración de los parámetros; transformación de datos, tendencia global, selección de modelo de variograma \rightarrow continuidad espacial y selección de número de vecinos. Para el número de vecinos se establece como generalidad que un valor

máximo adecuado es de 16 (Robertson, 2008), no obstante esto es adecuado en zonas de mayor densidad de datos y con un patrón de muestreo más regular espacialmente, por lo que el número de vecinos seleccionados como máximo fue de 8 y un mínimo de 2; con el fin de no generar ruido significativo en la asignación de los pesos y la generación de las predicciones. Luego se analizaron las tendencias direccionales para todas las épocas con el fin de identificar y remover adecuadamente (Anexo 2. Objetivo 1. [Gráficos de tendencia direccional para variables ambientales PMMR](#)).

(iii) Predicciones:

Realización de mapa de predicción y análisis de bondad del modelo de predicción.

Mediante la modelación se establecieron variaciones estacionales de acuerdo a los datos puntuales disponibles y se ajustó un modelo que resulta adecuado a los intereses prácticos y logísticos de SUBPESCA a la espera de poder ser probados en las plataformas de ArcGis online y el servidor de mapas institucional (Anexo 1. [Acta de Reunión 3](#)). Los mapas por variable ambiental se presentan en el Anexo 2, Objetivo 1. ([Mapas de predicción y error estándar para variables ambientales PMMR](#).)

De forma adicional, y por opinión especializada del Oceanógrafo Nelson Silva se realizó el cálculo del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto empleando los datos de temperatura del mar, salinidad y oxígeno disuelto siguiendo el siguiente algoritmo (Weiss, 1970):

$$\text{Ln } C = A_1 + A_2 * (100/T) + A_3 * \text{Ln } (T/100) + A_4 * (T/100) + S * [B_1 + B_2 * (T/100) + B_3 (T/100)]$$

Donde: $T = T (^{\circ}\text{C}) + 273.15$

$A_1 = -173.4292$; $A_2 = 249.6339$; $A_3 = 143.3483$; $A_4 = -21.8492$

$B_1 = -0.033096$; $B_2 = 0.014259$; $B_3 = -0.001700$

Para hacer la comparación del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto, entre los datos obtenidos por IFOP (mg/L) con los datos de CIMAR (mL/L), a fin de utilizar el algoritmo de Weiss (1970), fue necesario transformar los datos de IFOP a sus equivalentes de CIMAR. Para ello se utilizó la siguiente relación:



$$7 \text{ mL/L} = 10 \text{ mg/L}$$

A partir de este dato se originaron como ejemplos para el año 2013 mapas de predicción y error, correspondientes al nivel de saturación de oxígeno disuelto (porcentaje) y al error estándar (Anexo 2. Objetivo 1. [Mapas de predicción y error estándar para variables ambientales PMMR](#))

Con la obtención de los tamaños de lags apropiados, las tendencias globales, la anisotropía y los modelos de variograma se aplicó la modelación mediante la herramienta Geostatistical Wizard siguiendo los pasos descritos en la Figura 32, Figura 33, Figura 34 y Figura 35. Este proceso fue realizado para las 4 épocas del año y para todas las variables en estudio en las que se empleó kriging, e IDW (Anexo 2. Objetivo 1. [Estadísticos de error modelos interpolación para variables ambientales PMMR](#)), con el fin de generar las plantillas geoestadísticas bases para la herramienta de interpolación REPLA v2.0.

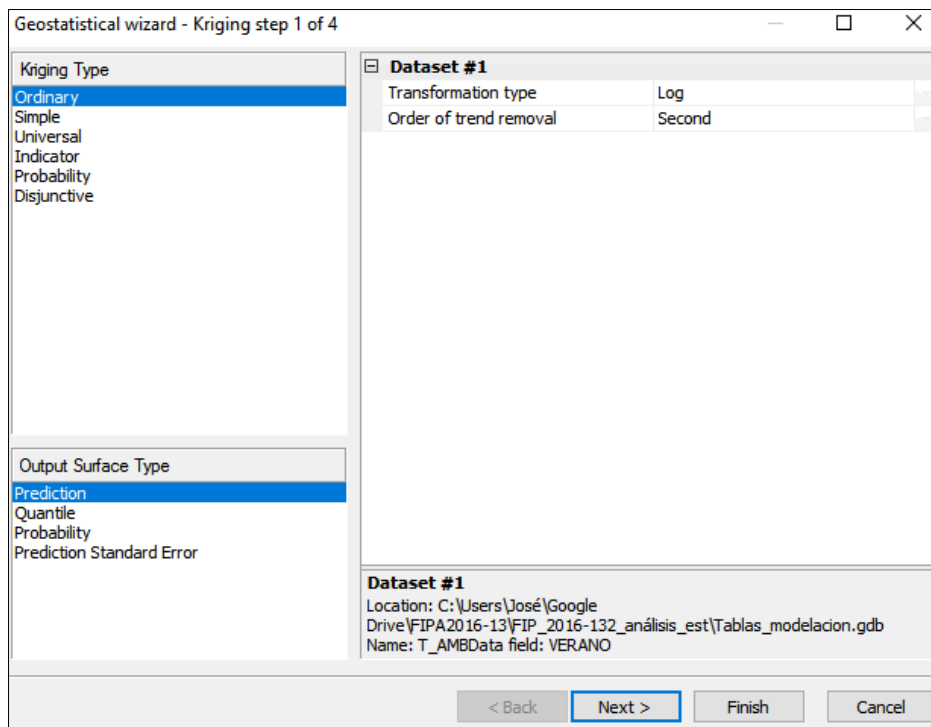


Figura 31. Paso 1 de modelación: Selección de método de Kriging Ordinario (OK), transformación de datos y selección de tendencia.

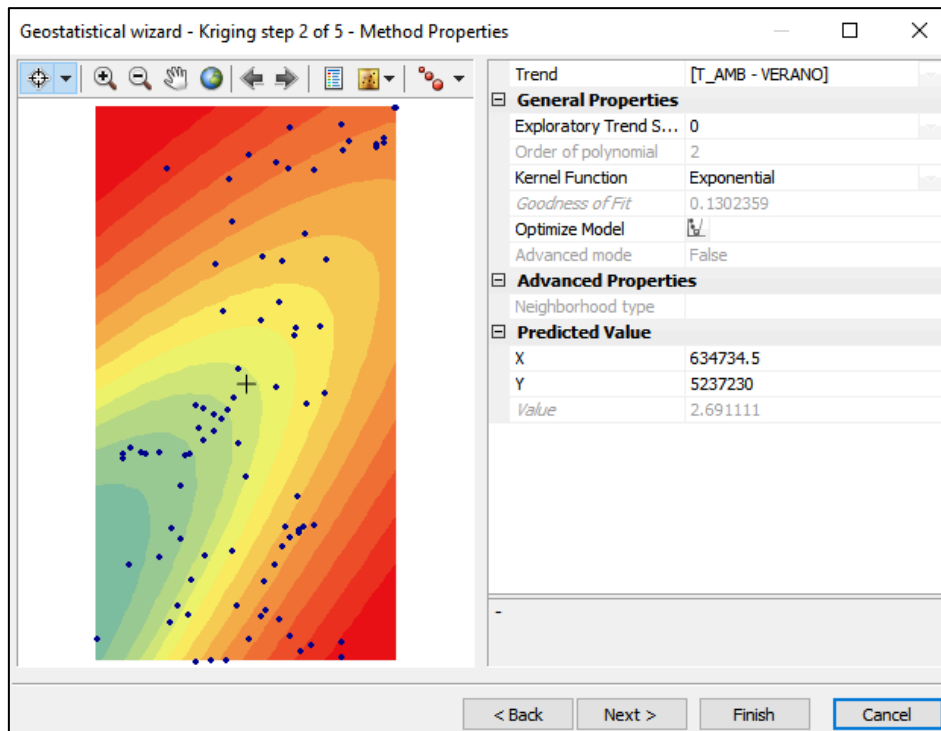


Figura 32. Paso 2 de modelación: Visualización modelo de tendencia y bondad de ajuste.

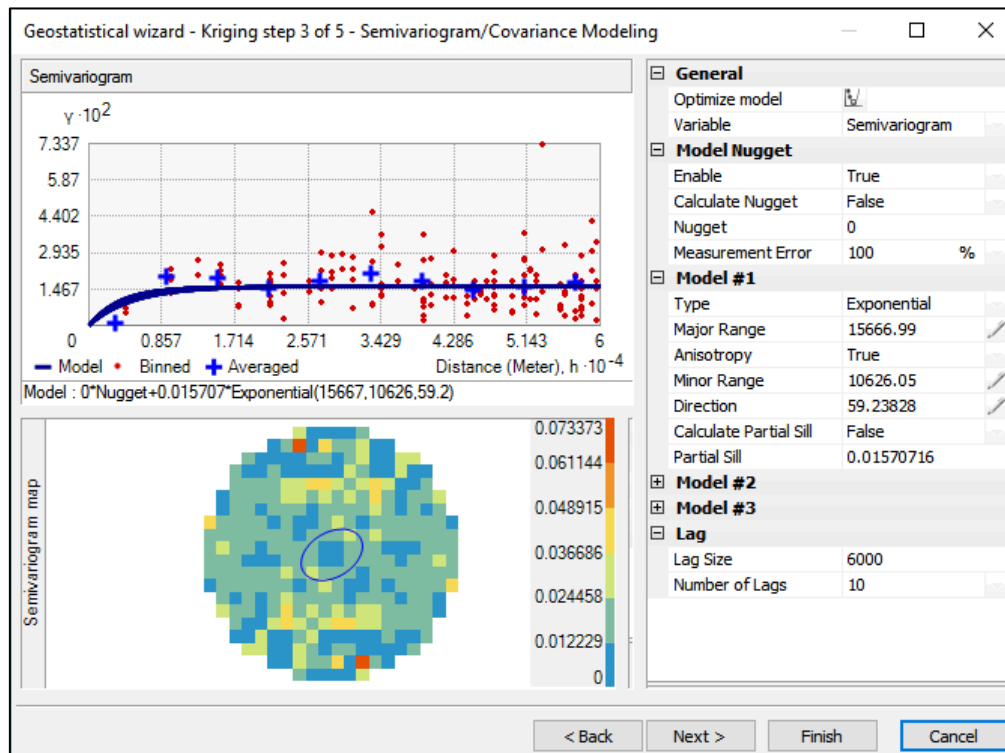


Figura 33. Paso 3 de modelación: Ajuste estructural de semivariograma, modelación de anisotropía, configuración de lags y número de lags.

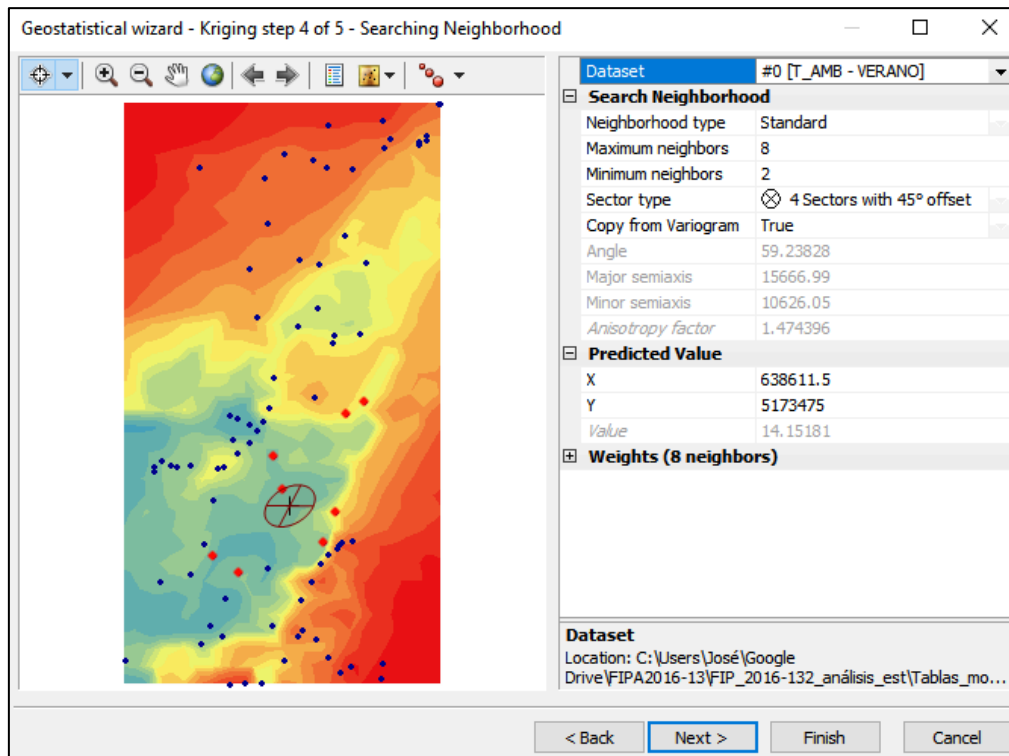


Figura 34. Paso 4 de modelación: Vista previa de capa de predicción, ajuste de número mínimo y máximo de vecinos, configuración de sectores de búsqueda.

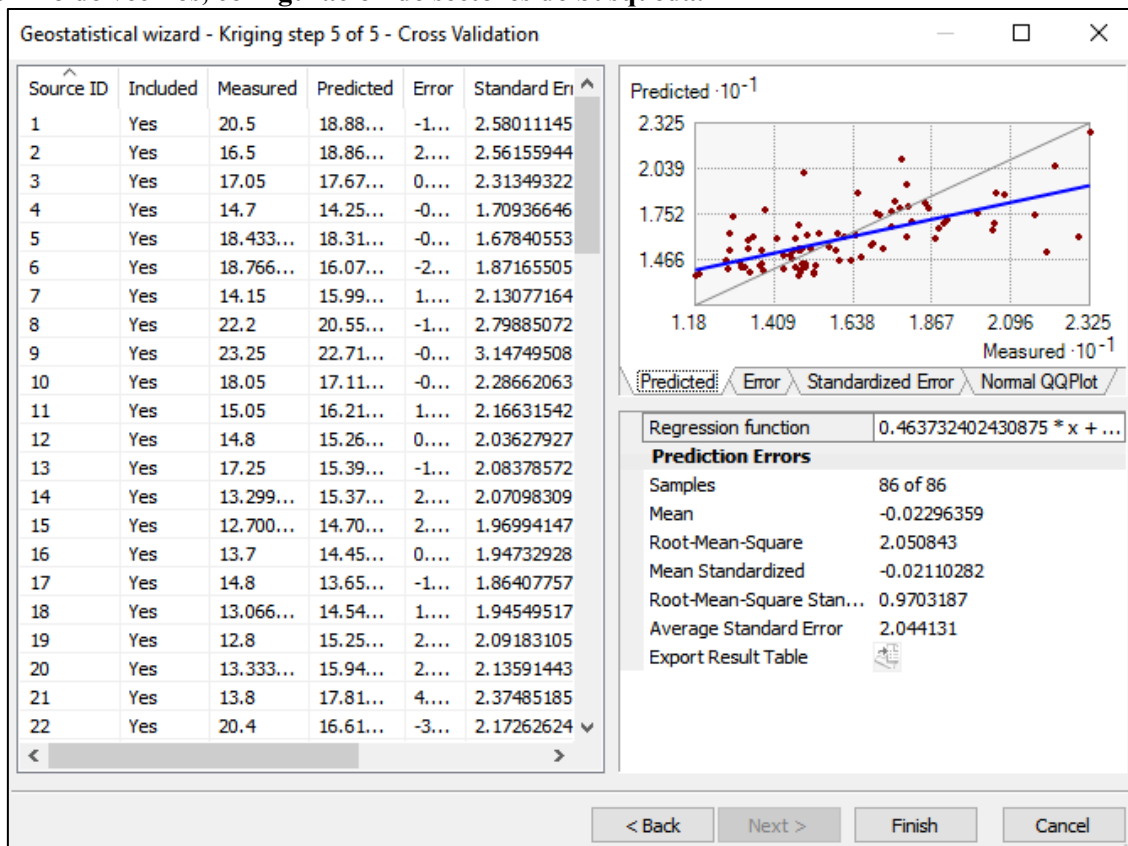


Figura 35. Paso 5 de modelación: Vista de correlación cruzada y análisis de estadísticos de bondad de ajuste y sensibilidad de la modelación geoestadística.

Al igual que las funcionalidades anteriores presentadas por los modelos de interpolación de la herramienta REPLA v1.0, el modelo permite trabajar con datos provenientes de tablas de datos en formato *.xls o *.xlsx y también con datos provenientes de un GDB (archivos, personal o corporativo) que sean vinculados a la capa vectorial de estaciones. En la sección de anexos (Anexo 2, [objetivo 1](#)) se presentan los detalles de los análisis para cada variable.

3.1.7 Modelos multivariados

En el proyecto FIP 2014-76 se desarrollaron modelos geoespaciales de estimación de *A. catenella*, *D. acuminata* y *D. acuta*, utilizando la información histórica (2006-2013) mensual ambiental y abundancias del PMMR correspondientes a 88 estaciones de la X^a y XI^a regiones. Se desarrollaron dos tipos de modelos: redes neuronales con series temporales y modelos generalizados con datos espacio-temporales. Estos modelos se realizaron para la estimación de la abundancia absoluta (Cel/L) y abundancia relativa, sin embargo y de acuerdo a las indicaciones del Dr. Leonardo Guzmán (Taller de trabajo FIP 2014-76 con grupo Marea Roja de IFOP, Lugar: SUBPESCA, fecha: 19 noviembre 2015), estas aproximaciones metodológicas se deben realizar sobre la abundancia relativa por criterios de calidad de los datos y operativos.

Los modelos de Redes Neuronales temporales se desarrollaron en el FIP 2014-76 utilizando series de tiempo ambientales y abundancia (*A. catenella*, *D. acuminata* y *D. acuta*) por estación de muestreo. Sin embargo, se presentó un problema con los datos de entrada del modelo ya que no se pudieron construir series temporales continuas por estación de muestreo debido a que existen muchos vacíos de información. Esta restricción en la construcción de series temporales robustas, impide modelar con esta técnica por lo cual se desecha la validación de este tipo de modelos de predicción temporal.

Los modelos Generalizados GAM/GLM espacio-temporales se desarrollaron utilizando información histórica (2006-2013) mensual ambiental y abundancias del PMMR. Se ajustó un modelo que considera como variables dependientes la abundancia relativa de *Alexandrium catenella*, *Dinophysis acuminata* y *Dinophysis acuta* y como variables continuas predictoras el

mes, latitud, longitud, oxígeno0-10 (promedio entre 0 y 10 m), temperatura0-10, salinidad0-10 y magnitud del viento.

3.1.7.1. Validación de modelos de estimación de abundancia relativa de *A. catenella*, *D. acuminata* y *D. acuta* desarrollados en el proyecto FIP 2014-76

A continuación, se muestran los resultados de la validación de los modelos generalizados (GAM/GLM) de abundancia relativa de *Alexandrium catenella*, *Dinophysis acuminata* y *Dinophysis acuta* utilizando los datos mensuales (ambientales y abundancias) del PMMR para el año 2014.

3.1.7.1.1 Validación modelo GAM/GLM de abundancia relativa de *Alexandrium catenella*

Se aplica en el Raster Calculator la siguiente ecuación (Ecuación 1) (modelo ajustado en el proyecto FIP 2014-76) de estimación de abundancia relativa de *A. catenella* en función de variables predictoras (mes, latitud, longitud, oxígeno0-10, temperatura0-10, salinidad0-10 y magnitud del viento) utilizando como entrada los datos mensuales de 2014 del PMMR:

Ecuación 1

$$\begin{aligned} \text{AR_catenella} = & -130484.49 + .744993686 * \text{MES} - \\ & .08656402 * \text{MES}^2 + .002382207 * \text{MES}^3 - 6050.0964 * \text{long} - 83.191247 * \text{long}^2 - \\ & .38127389 * \text{long}^3 + 1134.12777 * \text{lat} + 26.4744695 * \text{lat}^2 + .205802460 * \text{lat}^3 - \\ & .46134984 * \text{ox_0-10} + .044398724 * \text{ox_0-10}^2 - .88274\text{E-}3 * \text{ox_0-} \\ & 10^3 + 1.77729503 * \text{t_0-10} - .06756757 * \text{t_0-10}^2 - .14696679 * \text{s_0-} \\ & 10 + .012176288 * \text{s_0-10}^2 - .21162\text{E-}3 * \text{s_0-10}^3 - \\ & .42718213 * \text{viento} + .139903792 * \text{viento}^2 - .01165917 * \text{viento}^3 \end{aligned}$$

Los datos ambientales de entrada (oxígeno0-10, temperatura0-10, salinidad0-10 y magnitud del viento) corresponden a las capas ráster interpoladas mensuales de 2014. A modo de ejemplo, se muestra en la Figura 36 los datos de entrada usados para la estimación de la abundancia relativa de *A. catenella* del mes de enero 2014.

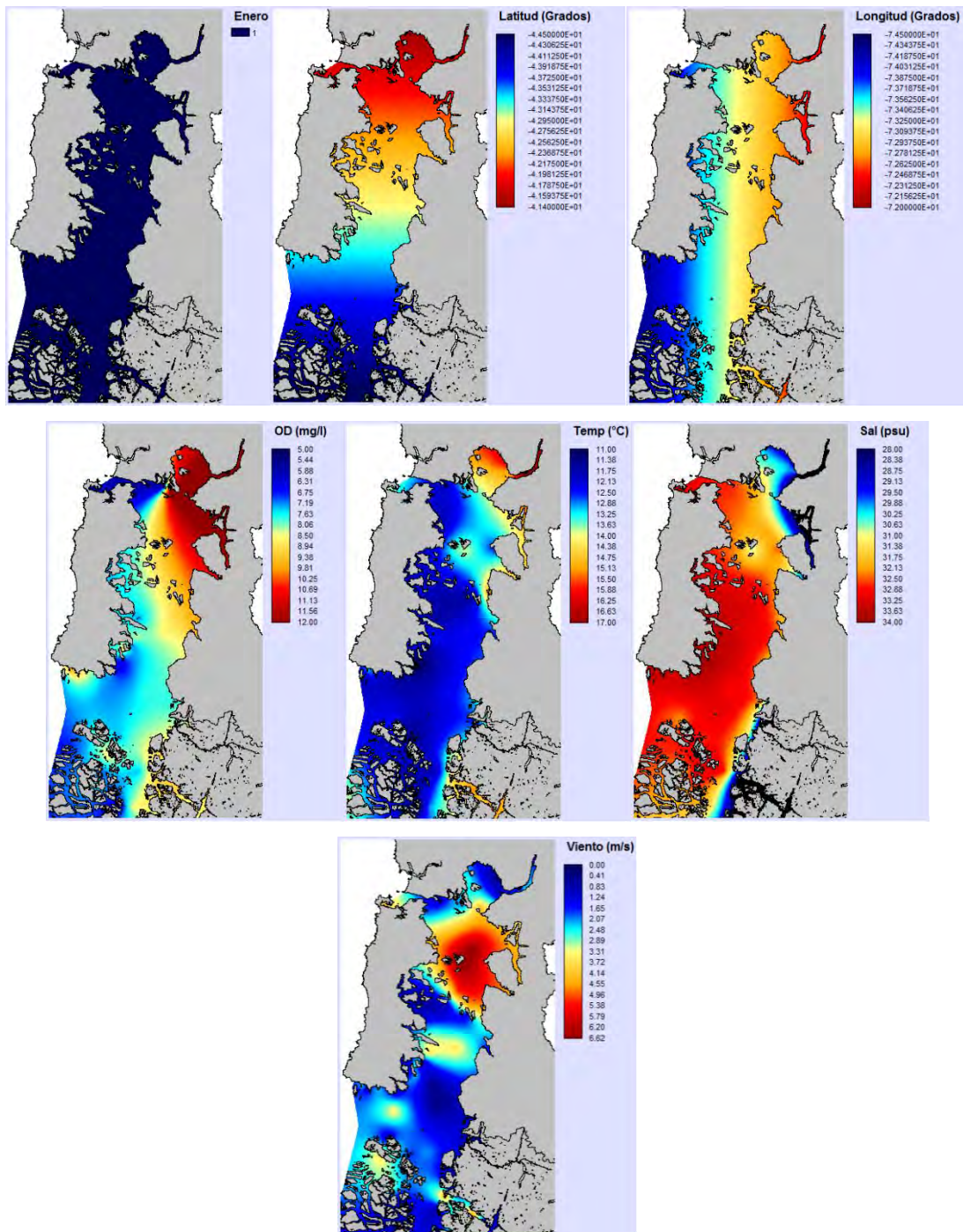


Figura 36. Ejemplo de variables de entrada del modelo: imágenes de variables geográficas (latitud y longitud) temporales (enero), y ambientales (clorofila 0-10m, temperatura 0-10m, salinidad 0-10m, oxígeno 0-10m, viento) promedios mensuales de 2014 generadas con modelo REPLA.

Posteriormente, a la imagen de salida del Raster Calculator se la aplica un ajuste por máscara considerando el área de influencia de *A. catenella* generada en el proyecto FIP 2014-76 en base a la frecuencia acumulada de abundancia relativa para el período 2008-2013 (Figura 37).

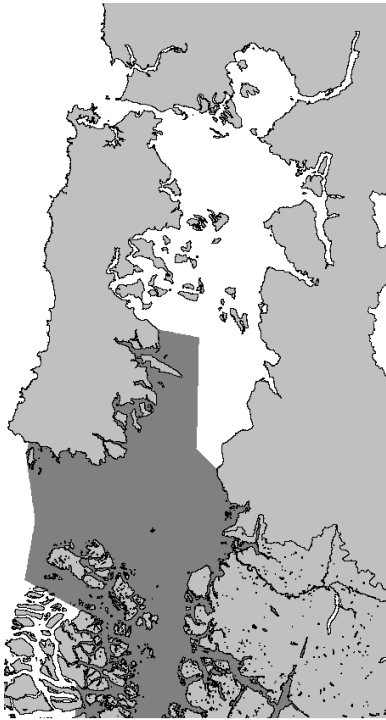


Figura 37. Área de influencia de la abundancia relativa de *A. catenella* para el período 2008-2013.

Finalmente, como imagen resultante de la aplicación del modelo para los doce meses de 2014 se obtienen las imágenes de estimación de abundancia relativa de *A. catenella* (Figura 38).

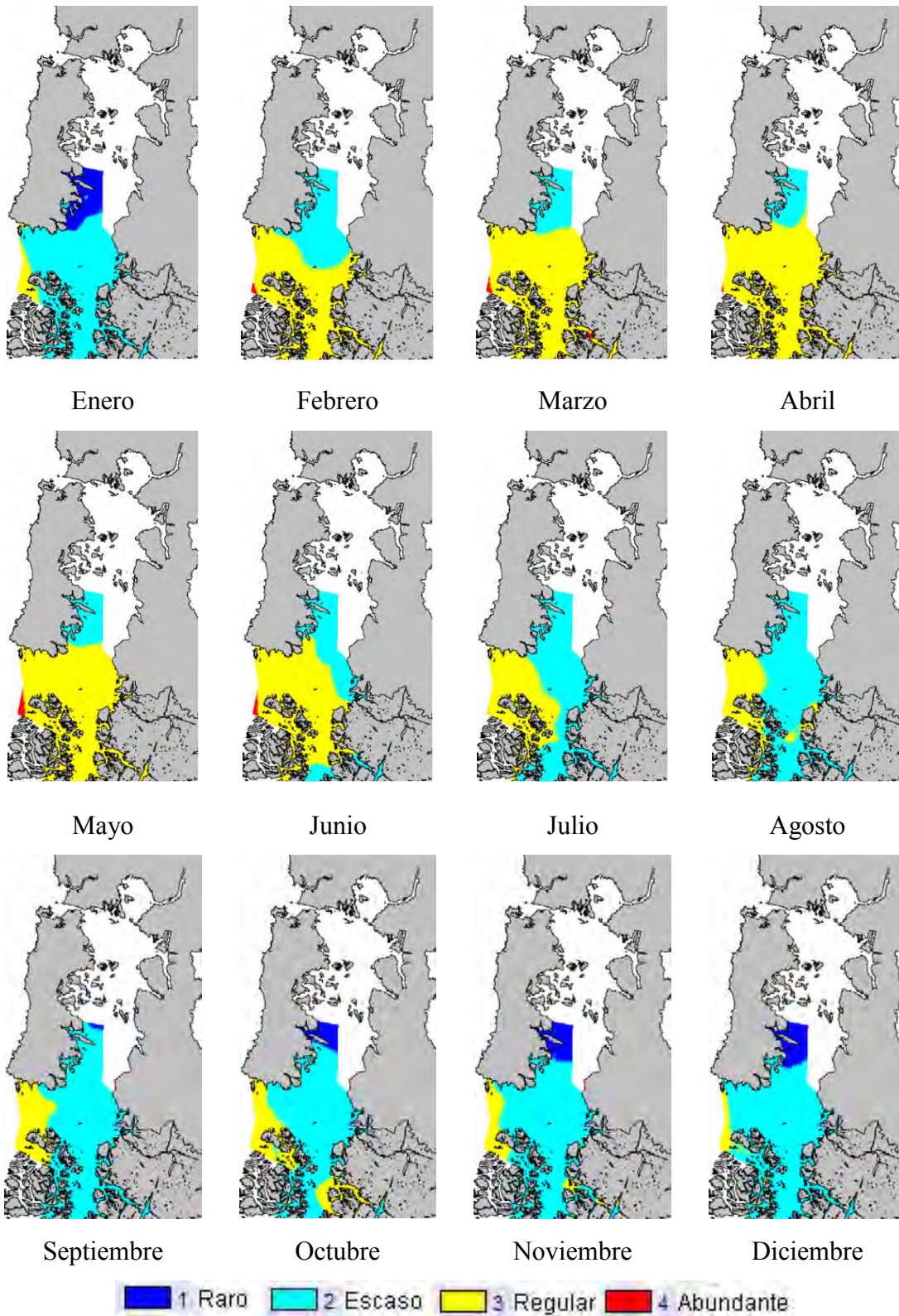


Figura 38. Imágenes mensuales de estimación de abundancia relativa de *Alexandrium catenella* para 2014.

Posteriormente, se cruza la información de la abundancia relativa estimada con el modelo con la observada en el PMMR 2014. De este modo, se valida el modelo evaluando gráficamente los valores observados de abundancia relativa versus los valores estimados y estimando el grado de ajuste de la recta de regresión. En la Figura 39 se observa la relación entre valores observados y valores estimados para *Alexandrium catenella* durante 2014. El modelo es estadísticamente significativo ($p < 0.05$) pero sólo explica el 12% de la varianza de los datos, existiendo una gran dispersión.

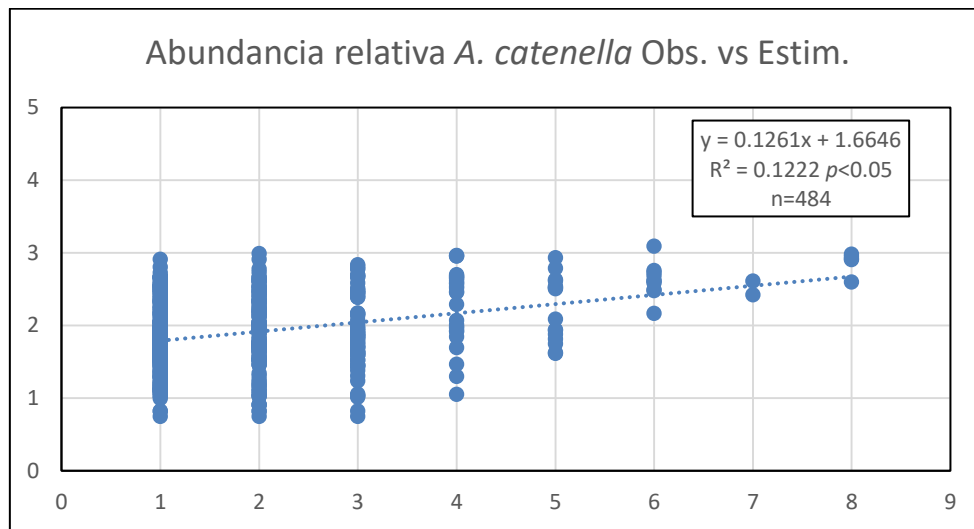


Figura 39. Relación entre valores observados versus estimados para el modelo de estimación de *Alexandrium catenella* aplicado con datos mensuales de 2014.

3.1.7.1.2 Validación modelo GAM/GLM de abundancia relativa de *Dinophysis acuminata*

Se valida el modelo GAM/GLM de abundancia relativa de *Dinophysis acuminata* con la ecuación 2 (modelo ajustado en el proyecto FIP 2014-76) de estimación en función de variables predictoras (mes, latitud, longitud, oxígeno0-10, temperatura0-10, salinidad0-10 y magnitud del viento) utilizando como entrada los datos mensuales de PMMR 2014:

Ecuación 2

$$\begin{aligned}
 \text{AR}_{acuminata} = & -1658584.4 - .90881055 * \text{MES} + .062303720 * \text{MES}^2 - .23713\text{E-} \\
 & 3 * \text{MES}^3 - 63365.202 * \text{long} - 862.53404 * \text{long}^2 - 3.9135047 * \text{long}^3 - 7338.6527 * \text{lat} - \\
 & 167.94192 * \text{lat}^2 - 1.2809008 * \text{lat}^3 + .107480168 * \text{ox}_{0-10} - .04906321 * \text{ox}_{0-} \\
 & 10^2 + .002773716 * \text{ox}_{0-10}^3 + 1.08403602 * \text{t}_{0-10} - .04066525 * \text{t}_{0-} \\
 & 10^2 + 8.58115059 * \text{s}_{0-10} - .33397290 * \text{s}_{0-10}^2 + .004237034 * \text{s}_{0-10}^3 - \\
 & .19957979 * \text{viento} + .056481312 * \text{viento}^2 - .00371784 * \text{viento}^3
 \end{aligned}$$

Los datos de entrada al modelo corresponden a las mismas imágenes ambientales interpoladas mensuales de 2014 que fueron utilizadas para el modelo de estimación de abundancia relativa de *A. catenella* (Figura 36). A la imagen de salida (abundancia relativa) del Raster Calculator se le aplica un ajuste por máscara considerando el área de influencia de *D. acuminata* generada en el proyecto FIP 2014-76 en base a la frecuencia acumulada de abundancia relativa para el período 2008-2013 (Figura 40).



Figura 40. Área de influencia de la abundancia relativa de *D. acuminata* para el período 2008-2013.

Se aplica el modelo para los doce meses de 2014, estimándose las imágenes mensuales de abundancia relativa de *D. acuminata* (Figura 41).

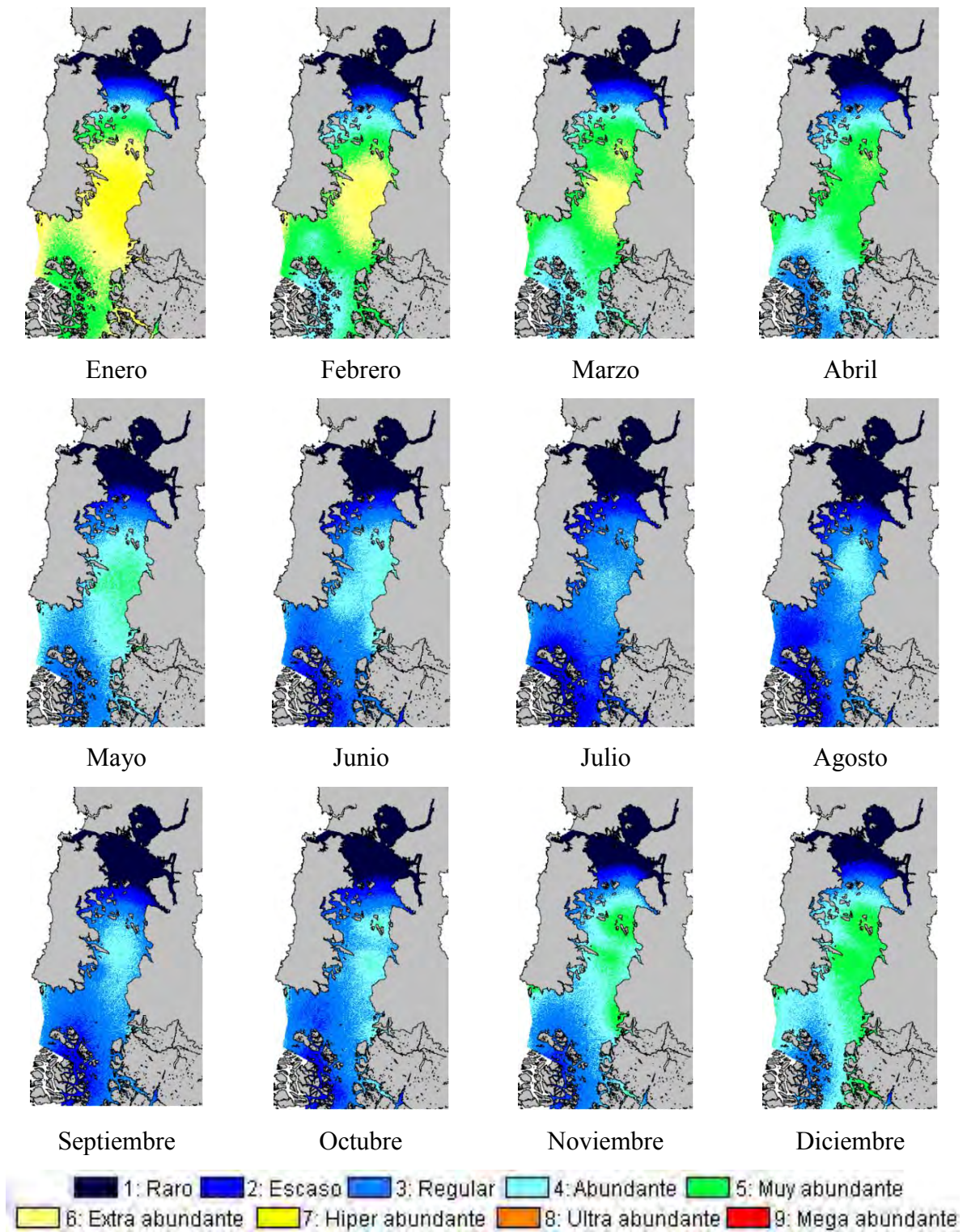


Figura 41. Imágenes mensuales de estimación de abundancia relativa de *Dinophysis acuminata* para 2014.

Para la validación, se cruza y evalúa gráficamente la información mensual de la abundancia relativa estimada con el modelo con la observada en el PMMR 2014, estimándose el grado de

ajuste de la recta de regresión. En la Figura 42 se observa la relación entre valores observados y valores estimados para *Dinophysis acuminata* durante 2014. El modelo es estadísticamente significativo ($p < 0.05$) pero sólo explica el 4% de la varianza de los datos.

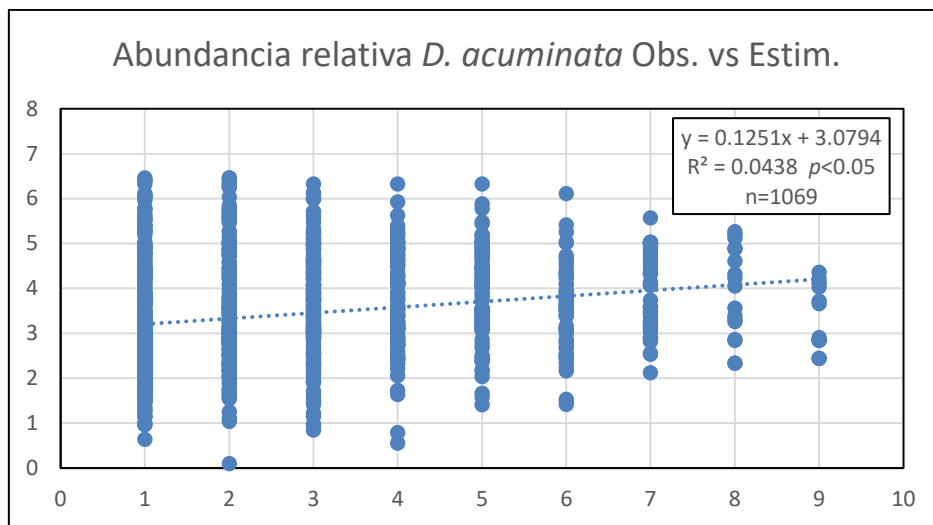


Figura 42. Relación entre valores observados versus estimados para el modelo de estimación de *Dinophysis acuminata* aplicado con datos mensuales de 2014.

3.1.7.1.3 Validación modelo GAM/GLM de abundancia relativa de *Dinophysis acuta*

El modelo GAM/GLM de abundancia relativa de *Dinophysis acuta* se valida con la ecuación 3 (modelo ajustado en el proyecto FIP 2014-76) de estimación en función de variables geográficas y ambientales utilizando como entrada los datos mensuales de PMMR 2014:

Ecuación 3

$$\begin{aligned}
 \text{AR}_{acuta} = & -764994.41 - .89655836 * \text{MES} + .063473034 * \text{MES}^2 - .80982\text{E-}3 * \text{MES}^3 - \\
 & 32618.165 * \text{long} - 444.99434 * \text{long}^2 - \\
 & 2.0234559 * \text{long}^3 + 2180.16942 * \text{lat} + 49.5139214 * \text{lat}^2 + .374548375 * \text{lat}^3 + .570541871 \\
 & * \text{ox}_{-10} - .06570661 * \text{ox}_{-10}^2 + .002246876 * \text{ox}_{-10}^3 - .79289645 * \text{t}_{-10} \\
 & + .038581026 * \text{t}_{-10}^2 + 7.91814717 * \text{s}_{-10} - .31333119 * \text{s}_{-10} \\
 & + .004092613 * \text{s}_{-10}^3 - .02293113 * \text{viento} + .020864860 * \text{viento}^2 - \\
 & .00181797 * \text{viento}^3
 \end{aligned}$$

Se estima la abundancia relativa de *D. acuta* utilizando las imágenes ambientales interpoladas mensuales de 2014 (Figura 36) como datos de entrada del modelo. Se aplica un ajuste por

máscara considerando el área de influencia de *D. acuta* generada en el proyecto FIP 2014-76 en base a la frecuencia acumulada de abundancia relativa para el período 2008-2013 (Figura 43).



Figura 43. Área de influencia de la abundancia relativa de *D. acuta* para el período 2008-2013.

Como resultado de la aplicación del modelo se obtienen las imágenes mensuales de abundancia relativa de *D. acuta* para 2014 (Figura 44).

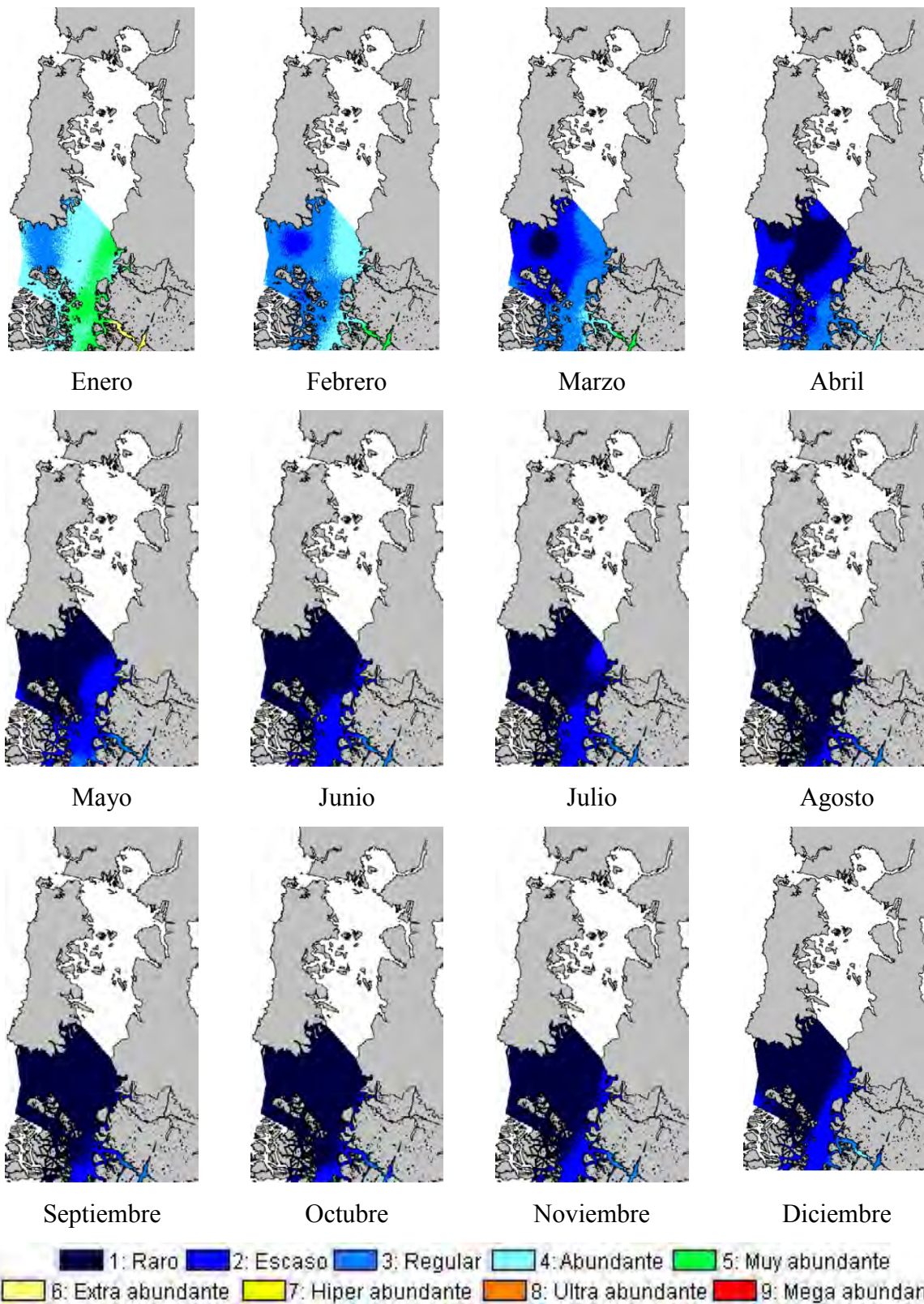


Figura 44. Imágenes mensuales de estimación de abundancia relativa de *Dinophysis acuta* para 2014.

Para validar la información mensual de abundancia relativa estimada con el modelo con la observada en el PMMR 2014, se calcula el grado de ajuste (R^2) de la recta de regresión. En la Figura 45 se observa la relación entre valores observados y valores estimados para *Dinophysis acuta* durante 2014. El modelo es estadísticamente significativo ($p < 0.05$) y explica el 27% de la varianza de los datos.

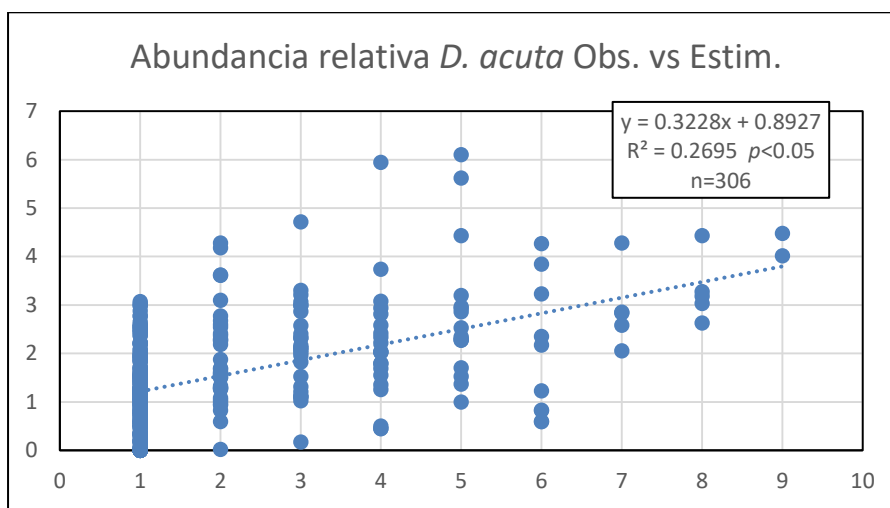


Figura 45. Relación entre valores observados versus estimados para el modelo de estimación de *Dinophysis acuta* aplicado con datos mensuales de 2014.

3.1.7.2 Mejora en la estimación de abundancia relativa con el uso del modelo de distribución de especies MaxEnt

Para solventar los problemas presentados anteriormente se hizo uso del modelo de distribución de especies (en inglés Species Distribution Models - SDM) de máxima entropía MaxEnt.

3.1.7.2.1 Modelos de distribución de *A. catenella*, *D. acuminata* y *D. acuta* con MaxEnt - ArcGIS

Una vez construida la información de base, considerando los resultados de la fase de diagnóstico y revisión de información, se establece el ingreso de los datos de entrada a la plataforma de MaxEnt para la generación de los modelos de distribución de las especies.

Los modelos de distribución espacio-temporal de *A. catenella*, *D. acuminata* y *D. acuta* se construyeron utilizando MaxEnt (versión 3.4.1) con los parámetros por defecto para una semilla aleatoria, parámetro de regularización (1, incluidos para reducir el exceso de ajuste), máximo

de iteraciones (500), el umbral de convergencia (0,00001), el número máximo de puntos de fondo (10.000 puntos que no han sido registrados como presentes) y 10 réplicas. Se seleccionaron las características ambientales y su contribución relativa a cada iteración del modelo se lleva a cabo de forma automática. Una vez obtenido los resultados, se realizó una revisión diagnóstica de éstos mediante reuniones técnicas con el equipo de IFOP a cargo del PMMR, apoyada de información bibliográfica para analizar los resultados.

3.1.7.2.1.1 Índices de error

La predicción de los modelos MaxEnt fueron testeados estadísticamente utilizando el área bajo la curva (en inglés Area Under Curve - AUC) generada por MaxEnt. El área bajo la curva característica de funcionamiento del receptor (Receiver Operating Characteristic - ROC en inglés) es una prueba estadística ampliamente utilizada que mide el rendimiento del modelo (Jones *et al.* 2012). Las AUC varía entre 0 y 1, con valores por encima de 0.9 indica una excelente predicción, entre 0.7 y 0.9, indicando buena predicción, por debajo de 0.7 indica insuficiencia de predicción, y por debajo de 0.5 no es mejor que al azar (Reiss *et al.*, 2011). Un modelo de tipo sub muestra se realiza utilizando el conjunto de datos completo de ocurrencia dividido aleatoriamente en un conjunto de datos de entrenamiento (training) correspondiente al 75% y un 25% para la prueba (test) internamente utilizados en la configuración de prueba (test) al azar (random) de MaxEnt.

Se realizó un análisis Jacknife para cada variable ambiental (en caso de haber más de una) para medir la contribución de cada variable en el modelo MaxEnt ajustado.

3.1.7.2.1.2 Preparación de datos para modelo MaxEnt

Previo a la realización de los modelos, se generó una matriz integrada con todos los registros obtenida a partir del proceso de revisión, normalización y estandarización de las bases de datos del PMMR (ver sección 3.2.1. *Estructuración de la base de datos*) de la cual se filtraron los registros de abundancia relativa para *A. catenella*, *D. acuta* y *D. acuminata* y se seleccionaron como registros de ocurrencia todos aquellos que fueran iguales o superiores a 1 (Raro) de acuerdo a la tabla de abundancia relativa (Tabla 9). En la Tabla 13 se presentan la totalidad de registros de ocurrencia disponibles para las 3 especies mencionadas.

Tabla 13. Registros de ocurrencia histórica sobre nivel 1 para *A. catenella*, *D. acuminata* y *D. acuta*, obtenido del PMMR (2006-2015)

Especie	Registros
<i>Alexandrium catenella</i>	1629
<i>Dinophysis acuminata</i>	4840
<i>Dinophysis acuta</i>	1226

Las variables ambientales consideradas para la modelación corresponden a los registros generados a nivel estacional a partir del PMMR para el año 2013 para mantener consistencia y tomar un año “normal” de acuerdo al ONI (Tabla 11). En la Figura 47 se aprecia un ejemplo de las variables interpoladas a nivel estacional con una resolución de 1km x 1km. Además, para la obtención de un modelo y de curvas de respuesta para más variables ambientales se empleó información de la base Bio-ORACLE (<http://www.bio-oracle.ugent.be/>; Tyberghein, et al., 2011) considerando: clorofila a promedio (mg/m³), temperatura superficial del mar promedio (°C), oxígeno disuelto promedio (ml/l), nitratos promedio (µmol), fosfatos promedio (µmol), salinidad promedio (PSS) y pH promedio. Esta información dispone de una resolución espacial de 5 arc min (9.2 km;Figura 46).

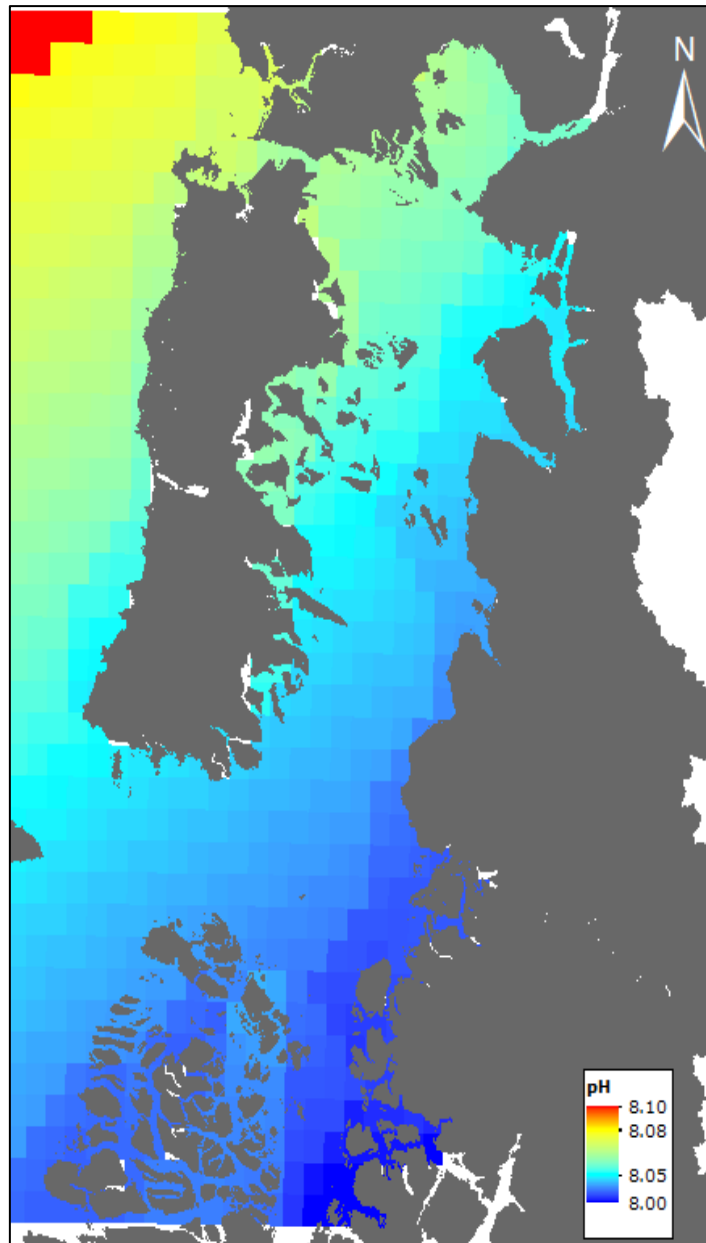


Figura 46. Ejemplo ráster Bio-ORACLE para el pH, ajustado al área FIP 2014-76

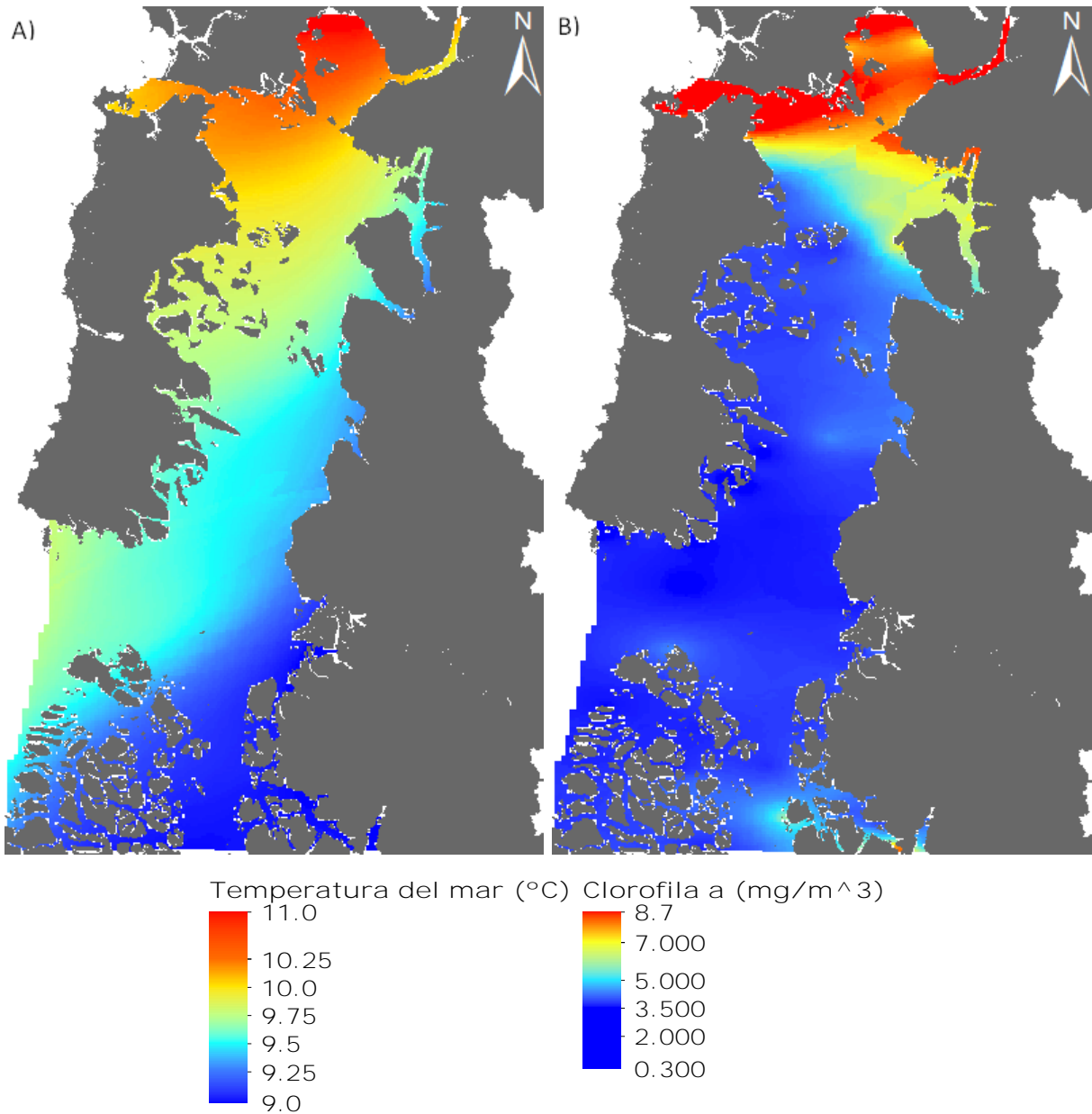


Figura 47. Ejemplo variables ambientales estacionales interpoladas a partir de los datos del PMMR, invierno de 2013. A) Temperatura del mar (0-10 metros) y B) Clorofila a (0-10 metros).

Se realizó la migración de la información a los formatos requeridos por el software, *.csv para los datos de ocurrencia y *.asc para los datos ambientales. La extensión espacial de las grillas ambientales corresponde a la zona FIP 2014-76, siendo ajustadas todas a esta extensión empleando ArcGis. Con la información de Bio-ORACLE⁸ se generó un modelo de distribución

⁸ Debido a la resolución espacial de estos datos la extensión es un poco más amplia para disponer de un número de celdas mayor para modelar.

potencial completo, mientras que con los datos del PMMR se generaron modelos de distribución potencial estacionales más acotados a las variables ambientales disponibles.

Para el desarrollo de los modelos completos y acotados se emplearon los registros de abundancia en *.csv (Figura 48).

	especie	longitud	latitud
▶	alexandrium_catenella	-73.8775	-43.78611
	alexandrium_catenella	-73.8775	-43.78611
	alexandrium_catenella	-73.8775	-43.78611
	alexandrium_catenella	-73.8775	-43.78611
	alexandrium_catenella	-73.8775	-43.78611
	alexandrium_catenella	-73.8775	-43.78611
	alexandrium_catenella	-73.8775	-43.78611
	alexandrium_catenella	-73.8775	-43.78611

Figura 48. Ejemplo archivo *.csv de ocurrencias para *A. catenella*

A continuación se presentan los resultados de las modelaciones realizadas para las 3 especies consideradas.

3.1.7.2.1.3 Modelo de distribución potencial *Alexandrium catenella*

En la Figura 49 se presenta un ejemplo de las curvas de respuesta marginal obtenidas de la modelación con MaxEnt; estas curvas representan un modelo diferente, llamado modelo Maxent creado usando solamente la correspondiente variable. En estos gráficos se puede ver la dependencia de la aptitud prevista en la variable seleccionada y en las dependencias que son inducidas por las correlaciones existentes entre la variable seleccionada y las otras variables introducidas. Esto genera que puedan ser más fácilmente interpretadas si existen fuertes correlaciones entre las variables.

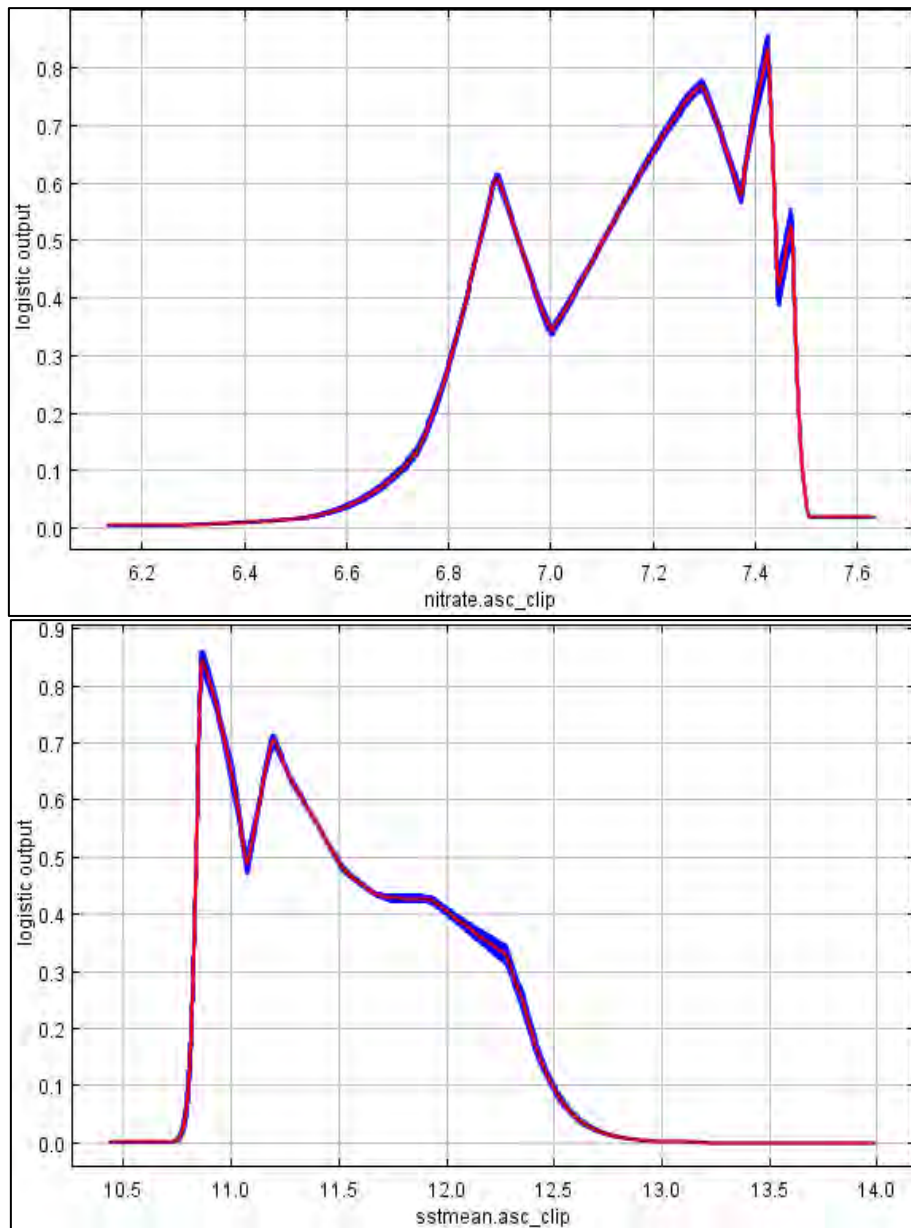


Figura 49. Curvas de respuesta de modelo completo para *A. Catenella*, nitratos y temperatura superficial del mar.

El análisis jackknife realizado para estimar la contribución relativa (%) de las variables ambientales a la probabilidad de presencia de la especie, arrojó que la variable que contribuye mayormente en el modelo corresponde a los nitratos (47.4%) y en segundo lugar la salinidad (13.1%); el resto de los porcentajes se presentan en la Tabla 14 para todas las variables ingresadas a la modelación.

Tabla 14. Contribución relativa (%) y permutación de importancia de las variables ambientales al modelo MaxEnt para *A. catenella*

Variable	% contribución	Permutación de importancia
Nitrato	47.4	31.9
Salinidad	13.1	16.5
Clorofila a	10.9	7.7
Silicatos	10.3	6.7
SST	7.4	11
Fosfatos	5.5	4.8
pH	3.2	14.5
Oxígeno disuelto	2	6.9

El análisis del AUC del modelo completo arroja un valor promedio de 0.913 ± 0.004 para las 10 réplicas realizadas del modelo, el número de datos de entrenamiento fue de 1032 (75%) y el número de datos de testeo fue de 344 (25%)⁹. El AUC promedio obtenido del set de datos de testeo fue de 0.913 ± 0.004 ; esto entrega un modelo “excelente” de acuerdo a la clasificación proporcionada por Reiss *et al.*, 2011; el resultado gráfico promedio de las 10 réplicas se muestra en la Figura 50.

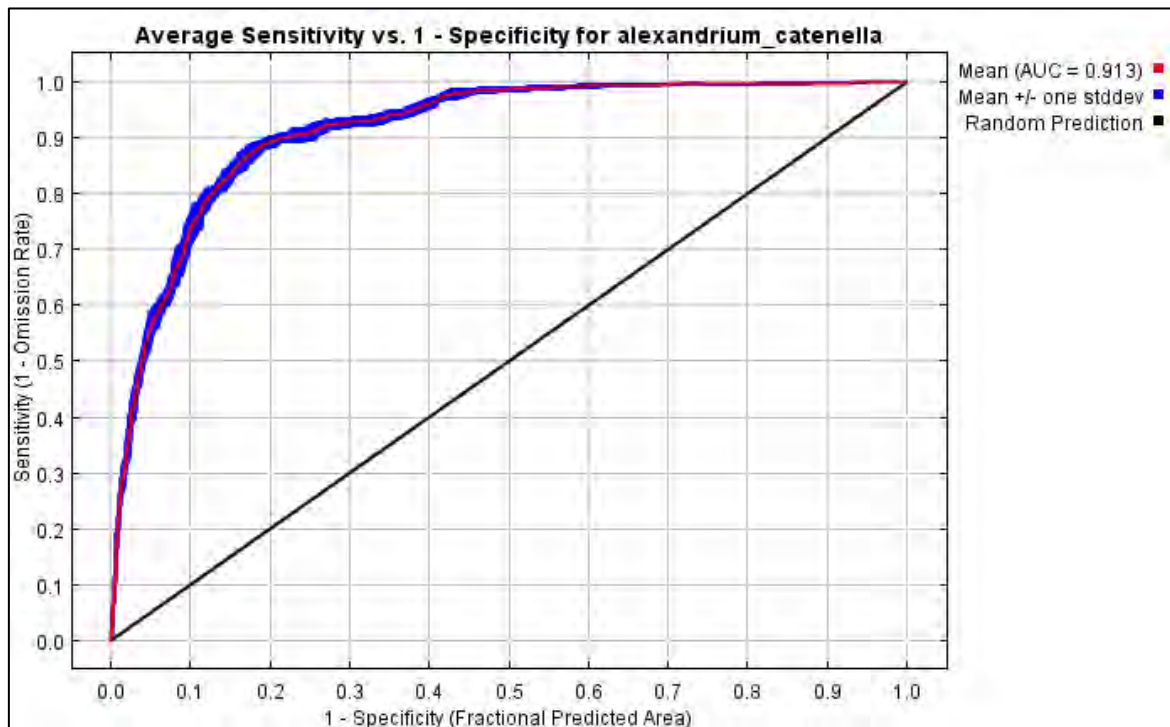


Figura 50. Curva ROC promediada para las 10 réplicas generadas del modelo completo, con el valor promedio y desviación estándar del AUC.

⁹ Los datos no utilizados por el modelo, corresponden a secciones donde no existía una celda de la grilla ambiental por lo que no se consideró en la división de los sets de datos.

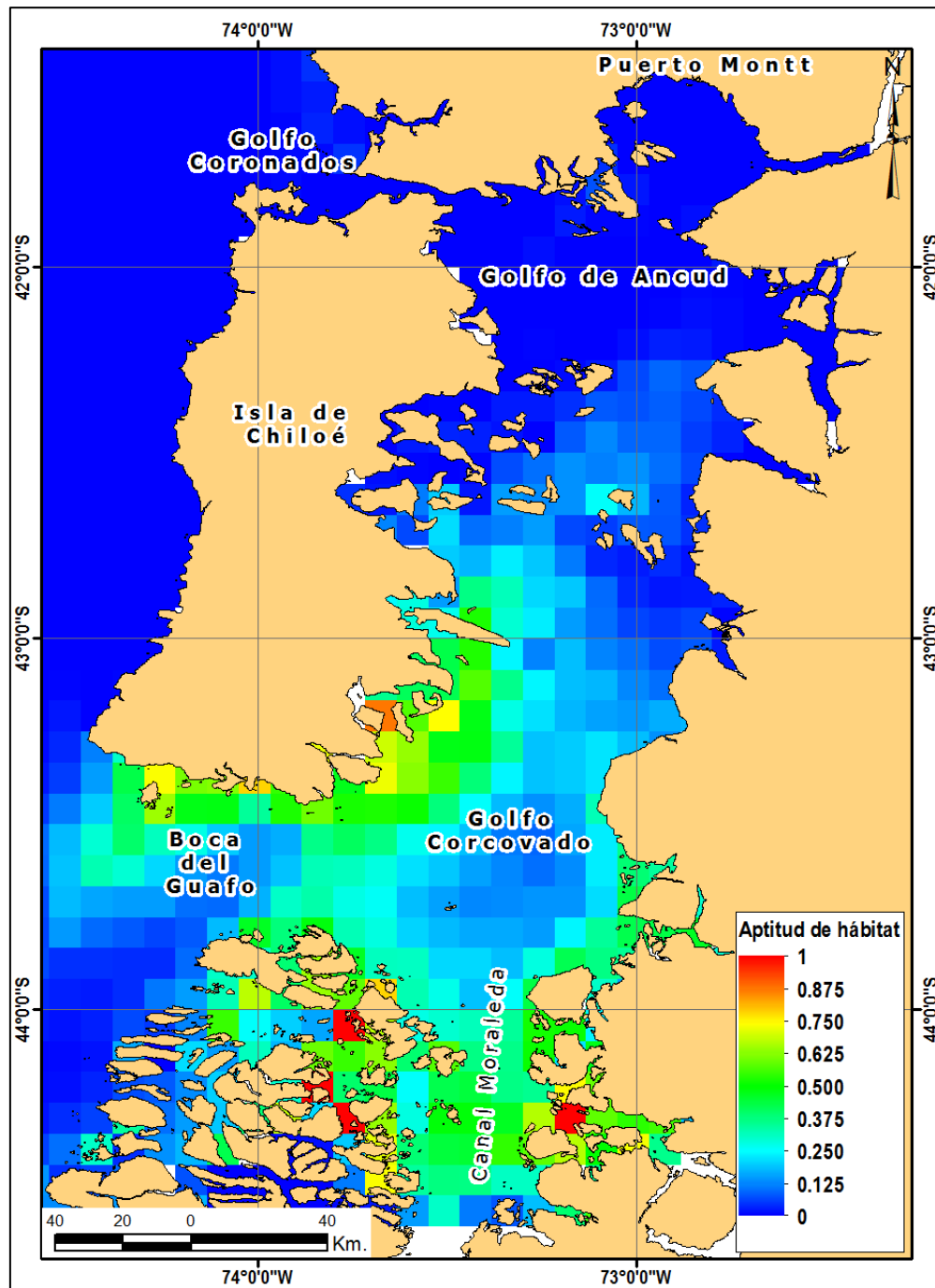


Figura 51. Distribución de nicho potencial para *A. catenella* según modelo completo generado con datos ambientales Bio-ORACLE

Para el caso de los datos estacionales del PMMR, la modelación se generó empleando los mismos parámetros descritos que para el modelo completo con un set de datos de entrenamiento del 75% (803) y un set de testeo de 25% (267) empleando 10 réplicas para cada modelo estacional. En la Tabla 15 se presenta el resumen con los valores promedio de AUC obtenidos

a nivel estacional por la modelación; en ella se aprecia que los modelos se pueden clasificar como “buenos” (Reiss *et al.*, 2011) en la modelación de posibilidad de ocurrencia de la especie. En la Tabla 16 se muestra el resumen de contribución relativa de las variables modeladas a nivel estacional para la especie.

Tabla 15. Resumen de estadísticas de ajuste de modelos estacionales para *A. catenella*, obtenidos mediante MaxEnt con datos ambientales del PMMR

Modelo (Entrenamiento/Test)	Test estadístico AUC promedio	
	Entrenamiento	Test
Verano (75/25%)	0.874 ±0.011	0.874 ±0.012
Otoño (75/25%)	0.842 ±0.014	0.842 ±0.015
Invierno (75/25%)	0.891 ±0.009	0.887 ±0.018
Primavera (75/25%)	0.870 ±0.011	0.870 ±0.012

Tabla 16. Contribución relativa (%) de las variables ambientales al modelo MaxEnt para *A. catenella*, a nivel estacional

Estación		Temperatura del mar	Clorofila a	Viento	Oxígeno disuelto	Salinidad
Verano	% contribución	5.8	46.3	18.2	18	11.8
	Permutación de importancia	5.7	35.6	14.9	32.9	10.8
Otoño	% contribución	45.8	10.4	19.3	5	19.5
	Permutación de importancia	34	27	20.5	12	6.5
Inviern	% contribución	18.9	17.8	29.7	29.8	3.7
	Permutación de importancia	23.8	17.3	32	17.8	9.1
Primav	% contribución	22.9	6.8	34.5	24	11.8
	Permutación de importancia	18.6	8.3	30.1	19.9	23.1

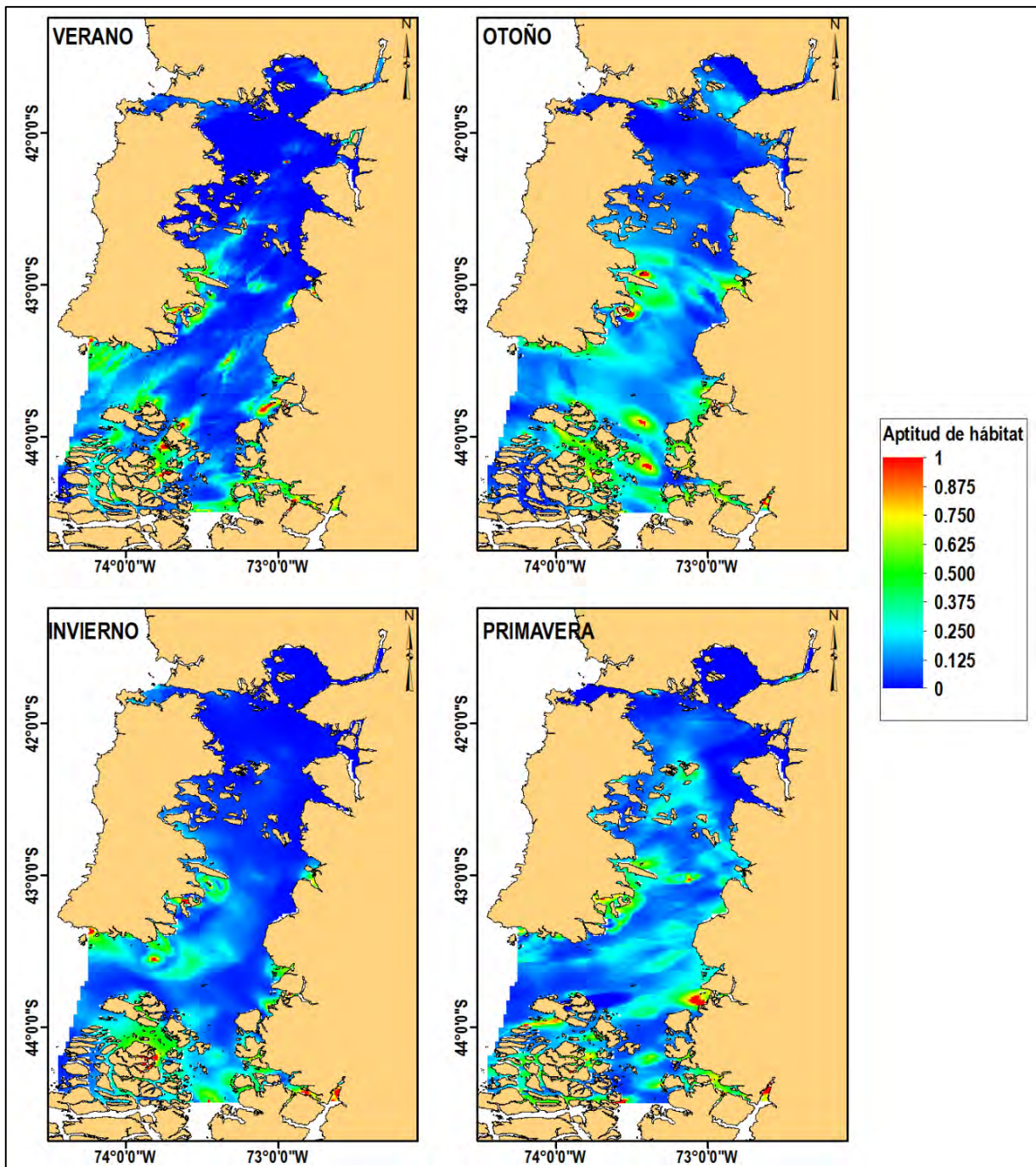


Figura 52 Distribución de nicho potencial para *A. catenella* según modelos estacionales generado con datos ambientales PMMR año 2013.

Cabe destacar, que el trabajo de modelación de *A. catenella* del presente proyecto permitió la elaboración (autores José Lastra y Claudio Silva) del artículo científico “Modeling potential distribution of *Alexandrium catenella* using Maxent in the Inner Sea of Chiloé, Northern Patagonia (41°26'S-44°35'S)”, el cual fue enviado a revisión para publicación en la revista

Harmful Algae (Ver Artículo en ANEXO 10. ARTICULO CIENTIFICO ENVIADO A REVISIÓN EN HARMFUL ALGAE). Además, este artículo corresponde a la tesis o Trabajo Final de Graduación de José Lastra en el Magíster en Oceanografía que imparte la Escuela de Ciencias del Mar de la PUCV en consorcio con la Universidad de Valparaíso.

3.1.7.2.1.4 *Modelo de distribución potencial *Dinophysis Acuminata**

En la Figura 53 se presentan las curvas de respuesta marginal obtenidas de la modelación con MaxEnt. En todas las curvas se ve que existen respuestas acotadas de la especie a distintos gradientes ambientales, lo que puede reflejar el hecho de que las observaciones obtenidas no abarcan la totalidad del rango de valores que cada variable despliega en condiciones naturales, lo cual es el reflejo de patrones de muestreo heterogéneo, con algún sesgo espacial y disperso a lo largo de los distintos gradientes ambientales.

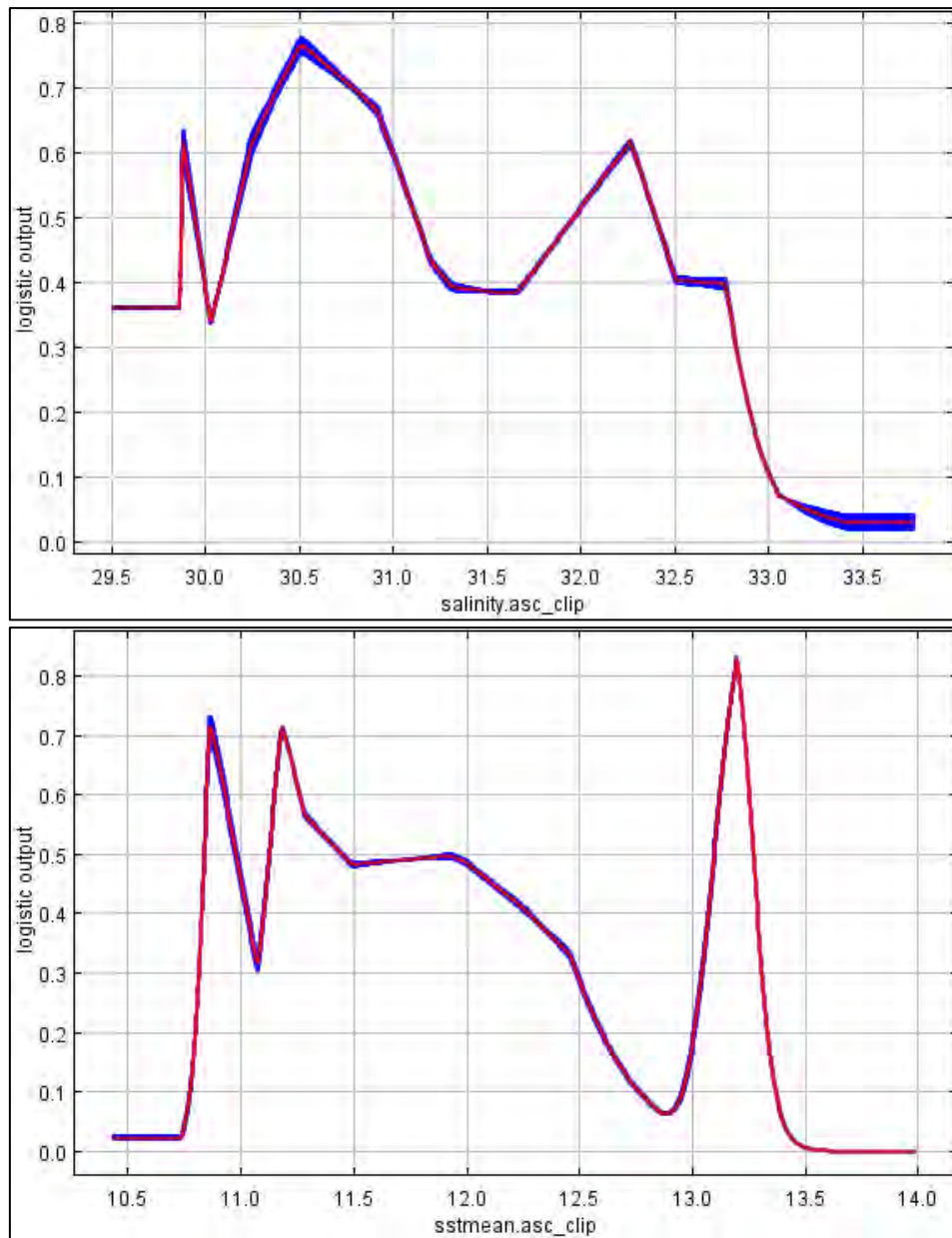


Figura 53. Curvas de respuesta de modelo completo para *D. acuminata*, salinidad y temperatura superficial del mar.

El análisis jackknife realizado para estimar la contribución relativa (%) de las variables ambientales a la probabilidad de presencia de la especie, arrojó que la variable que contribuye mayormente en el modelo corresponde a la salinidad (35%) y en segundo lugar el oxígeno disuelto (11.5%); el resto de los porcentajes se presentan en la Tabla 17 para todas las variables ingresadas a la modelación.

Tabla 17. Contribución relativa (%) y permutación de importancia de las variables ambientales al modelo MaxEnt para *D. acuminata*

Variable	% contribución	Permutación de importancia
Salinidad	35	18.3
Oxígeno disuelto	11.5	8.6
Silicatos	11.4	15.1
SST	11.4	21.5
Nitratos	10.2	9.2
Clorofila a	8.3	9.4
pH	6.5	4.7
Fosfatos	5.7	13

El análisis del AUC del modelo completo arroja un valor promedio de 0.865 ± 0.005 para las 10 réplicas realizadas del modelo, el número de datos de entrenamiento fue de 3181 (75%) y el número de datos de testeo fue de 1060 (25%). El AUC promedio obtenido del set de datos de testeo fue de 0.865 ± 0.006 ; esto entrega un modelo “bueno” para la predicción del nicho potencial de esta especie. El resultado gráfico promedio de las 10 réplicas se muestra en la Figura 54.

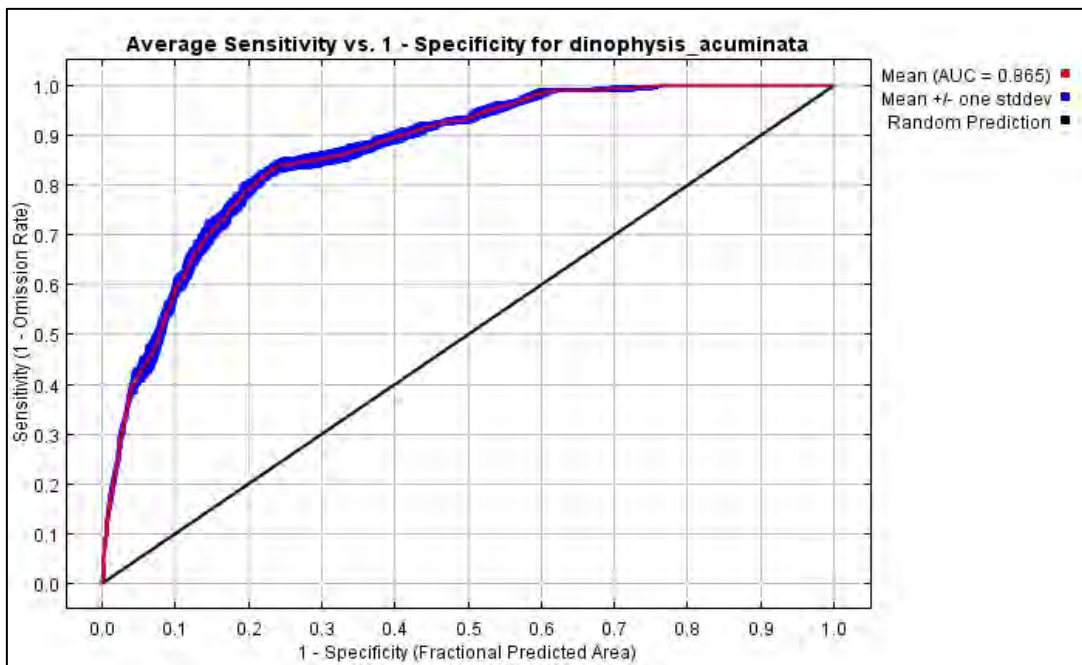


Figura 54. Curva ROC promediada para las 10 réplicas generadas del modelo completo, con el valor promedio y desviación estándar del AUC.

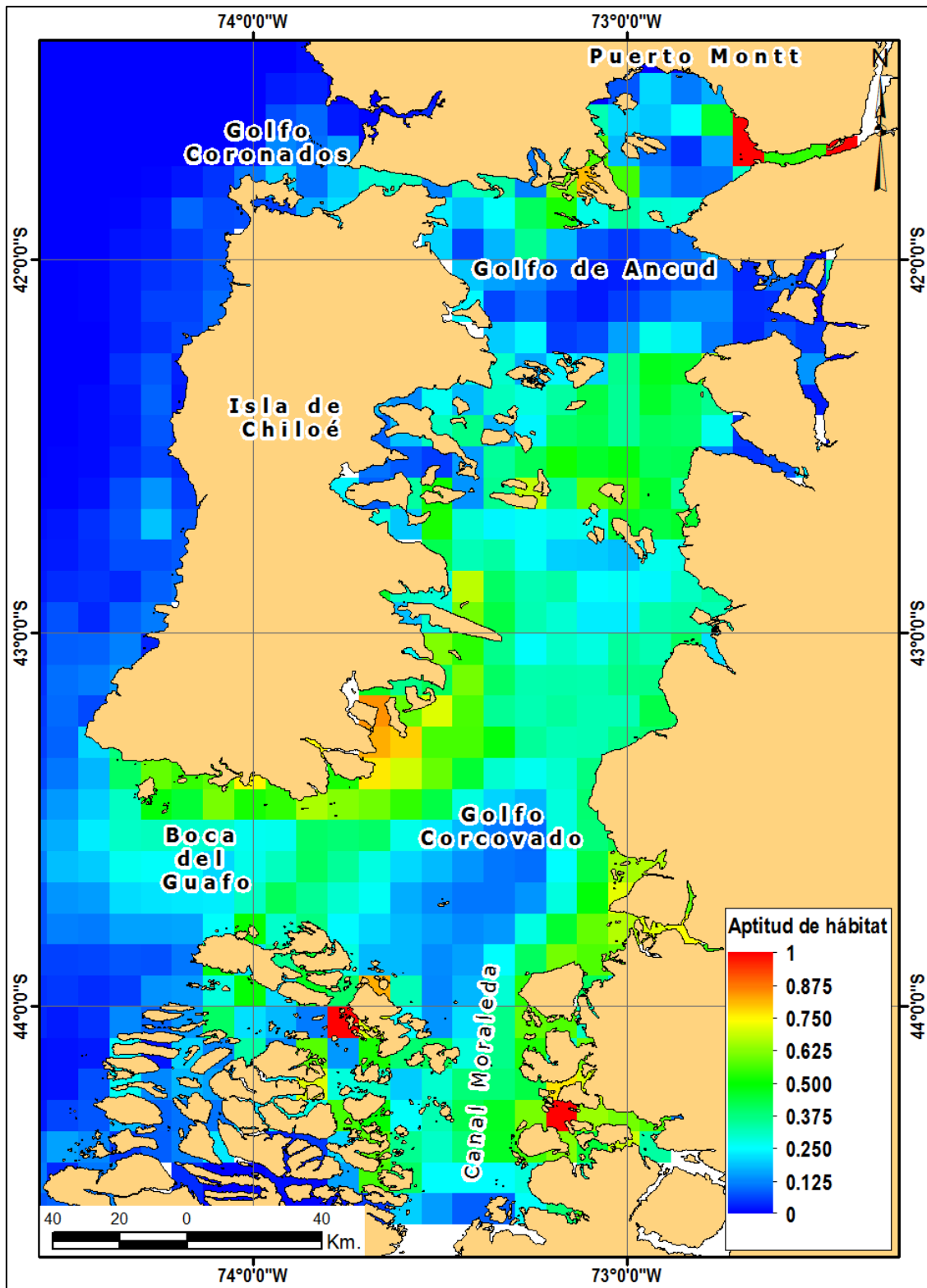


Figura 55. Distribución de nicho potencial para *D. acuminata* según modelo completo generado con datos ambientales Bio-ORACLE

En la Tabla 18 se presenta el resumen con los valores promedio de AUC obtenidos a nivel estacional por la modelación; en ella se aprecia que los modelos se pueden clasificar como “buenos” (Reiss *et al.*, 2011) en la modelación de posibilidad de ocurrencia de la especie. En la Tabla 19 se presentan las contribuciones relativas obtenidas estacionalmente con los datos PMMR.

Tabla 18. Resumen de estadísticas de ajuste de modelos estacionales para *D. acuminata*, obtenidos mediante MaxEnt con datos ambientales del PMMR

Modelo (Entrenamiento/Test)	Test estadístico AUC promedio	
	Entrenamiento	Test
Verano (75/25%)	0.822 ±0.011	0.822 ±0.011
Otoño (75/25%)	0.803 ±0.009	0.803 ±0.009
Invierno (75/25%)	0.803 ±0.007	0.802 ±0.008
Primavera (75/25%)	0.821 ±0.008	0.821 ±0.009

Tabla 19. Contribución relativa (%) y permutación de importancia de las variables ambientales al modelo MaxEnt para *D. acuminata* a nivel estacional.

Estación		Temperatura del mar	Clorofila a	Viento	Oxígeno disuelto	Salinidad
Verano	% contribución	3.2	42.9	19	12.9	22
	Permutación de importancia	10.1	36.9	18.9	9.2	24.9
Otoño	% contribución	12.1	25.1	37.6	4.8	20.4
	Permutación de importancia	18.6	12.8	47.6	3.6	17.5
Inviern	% contribución	3.8	18.6	38.8	19.9	18.9
	Permutación de importancia	8.3	18.7	42.3	15.8	15
Primav	% contribución	5.4	9.6	40.8	23.7	20.5
	Permutación de importancia	7.1	17.4	21	32.1	22.4

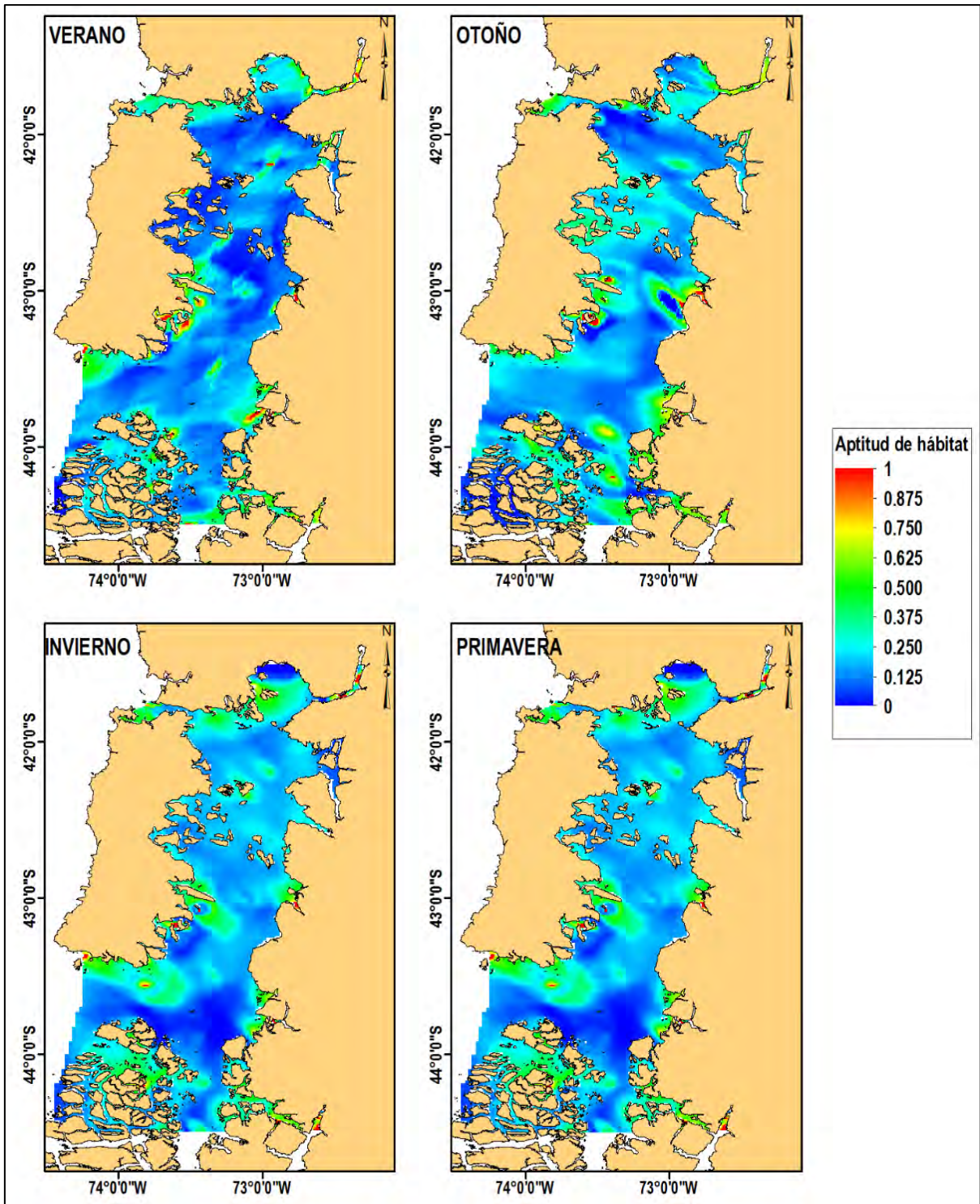


Figura 56. Distribución de nicho potencial para *D. acuminata* según modelos estacionales generado con datos ambientales PMMR año 2013.

3.1.7.2.1.5 Modelo de distribución potencial *Dinophysis Acuta*

En la Figura 57 se presentan las curvas de respuesta marginal obtenidas de la modelación donde se aprecia que al igual que en las modelaciones anteriores, existe una multimodalidad significativa en cada una de las curvas. En todas las curvas se ve que existen respuestas acotadas de la especie a distintos gradientes ambientales, lo que puede reflejar el hecho de que las observaciones obtenidas no abarcan la totalidad del rango de valores que cada variable despliega en condiciones naturales, lo cual es el reflejo de patrones de muestreo heterogéneo, con algún sesgo espacial y disperso a lo largo de los distintos gradientes ambientales.

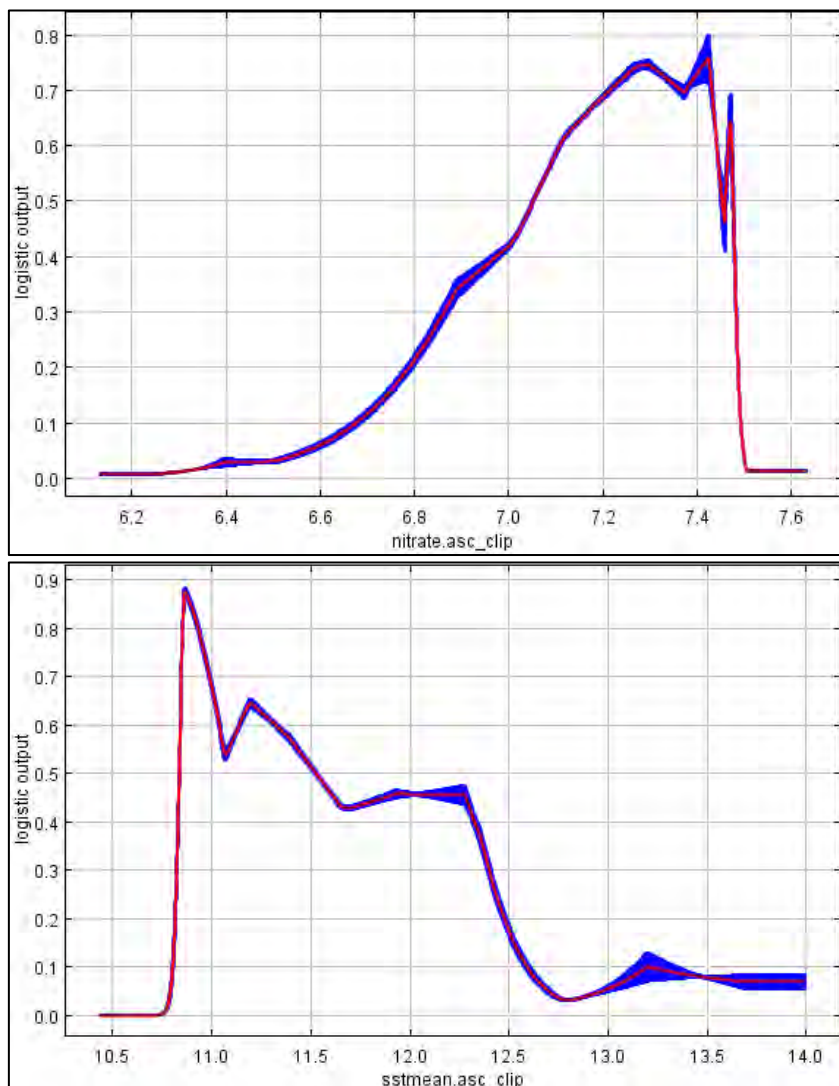


Figura 57. Ejemplo curvas de respuesta de modelo completo para *D. acuta*, nitratos y temperatura superficial del mar.

El análisis jackknife realizado para estimar la contribución relativa (%) de las variables ambientales a la probabilidad de presencia de la especie, arrojó que la variable que contribuye mayormente en el modelo corresponde a los nitratos (31.9%) y en segundo lugar la salinidad (20.2%); el resto de los porcentajes se presentan en la Tabla 20 para todas las variables ingresadas a la modelación.

Tabla 20 Contribución relativa (%) y permutación de importancia de las variables ambientales al modelo MaxEnt para *D. acuta*

Variable	% contribución	Permutación de importancia
Nitrato	31.9	23.3
Salinidad	20.2	21.9
Clorofila a	18.8	20
Oxígeno disuelto	9.2	5.7
SST	8	11.9
Silicatos	7.4	4.7
pH	2.4	9
Fosfatos	2.1	3.5

El análisis del AUC del modelo completo arroja un valor promedio de 0.917 ± 0.006 para las 10 réplicas realizadas del modelo, el número de datos de entrenamiento fue de 691 (75%) y el número de datos de testeo fue de 230 (25%). El AUC promedio obtenido del set de datos de testeo fue de 0.917 ± 0.006 ; esto entrega un modelo “excelente” de acuerdo a la clasificación proporcionada por Reiss *et al.*, 2011; el resultado gráfico promedio de las 10 réplicas se muestra en la Figura 58.

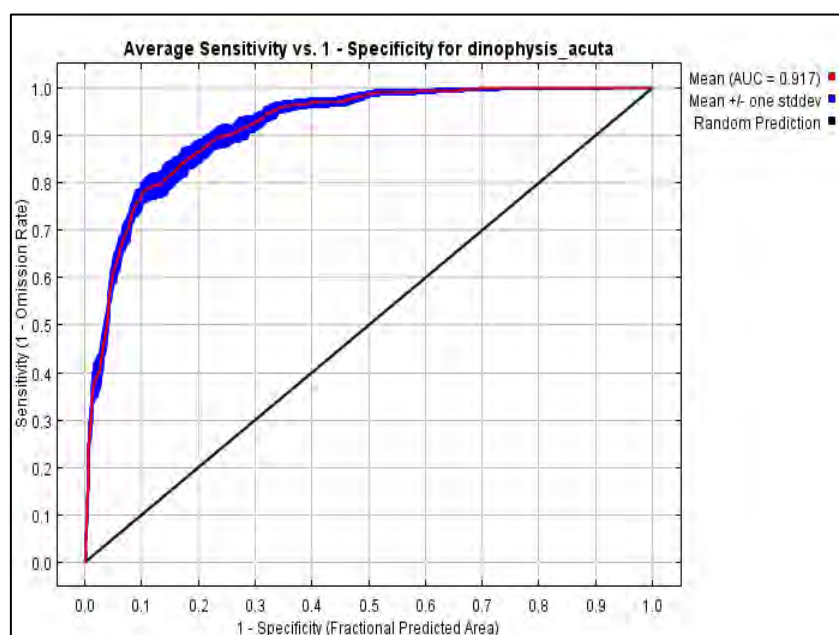


Figura 58. Curva ROC promediada para las 10 réplicas generadas del modelo completo, con el valor promedio y desviación estándar del AUC.

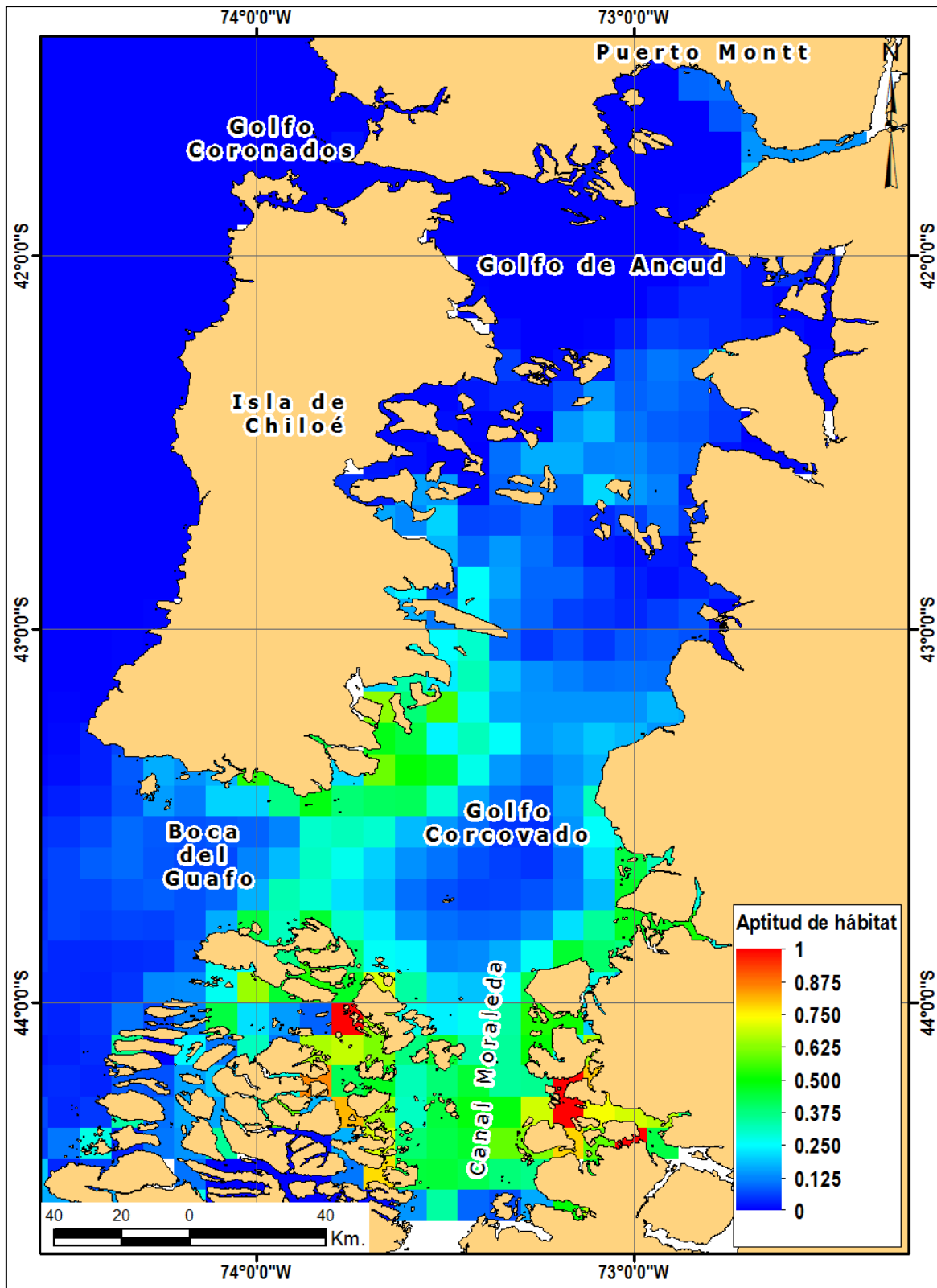


Figura 59. Distribución de nicho potencial para *D. acuta* según modelo completo generado con datos ambientales Bio-ORACLE.

En la Tabla 21 se presenta el resumen con los valores promedio de AUC obtenidos a nivel estacional por la modelación; en ella se aprecia que los modelos se pueden clasificar como “buenos” (Reiss *et al.*, 2011) en la modelación de posibilidad de ocurrencia de la especie. En la Tabla 22 se presenta el resultado de las contribuciones relativas por variable a nivel estacional, derivadas de la modelación.

Tabla 21. Resumen de estadísticas de ajuste de modelos estacionales para *D. acuta*, obtenidos mediante MaxEnt con datos ambientales del PMMR

Modelo (Entrenamiento/Test)	Test estadístico AUC promedio	
	Entrenamiento	Test
Verano (75/25%)	0.892 ±0.014	0.892 ±0.015
Otoño (75/25%)	0.863 ±0.017	0.864 ±0.018
Invierno (75/25%)	0.894 ±0.010	0.894 ±0.010
Primavera (75/25%)	0.889 ±0.015	0.889 ±0.016

Tabla 22. Contribución relativa (%) y permutación de importancia de las variables ambientales al modelo MaxEnt para *D. acuta* a nivel estacional con datos PMMR

Estación		Temperatura del mar	Clorofila a	Viento	Oxígeno disuelto	Salinidad
Verano	% contribución	6	39.9	24.5	15.2	14.4
	Permutación de importancia	6.7	35.2	19.6	30.7	7.7
Otoño	% contribución	45.8	4.7	31.4	8.7	9.4
	Permutación de importancia	44.9	12	15.3	24.1	3.8
Inviern	% contribución	28.7	10.4	31.8	23.9	5.1
	Permutación de importancia	38.9	9	35.6	7.1	9.5
Primav	% contribución	20.1	5.3	39	26.9	8.7
	Permutación de importancia	27.8	9.8	39.3	8.7	14.4

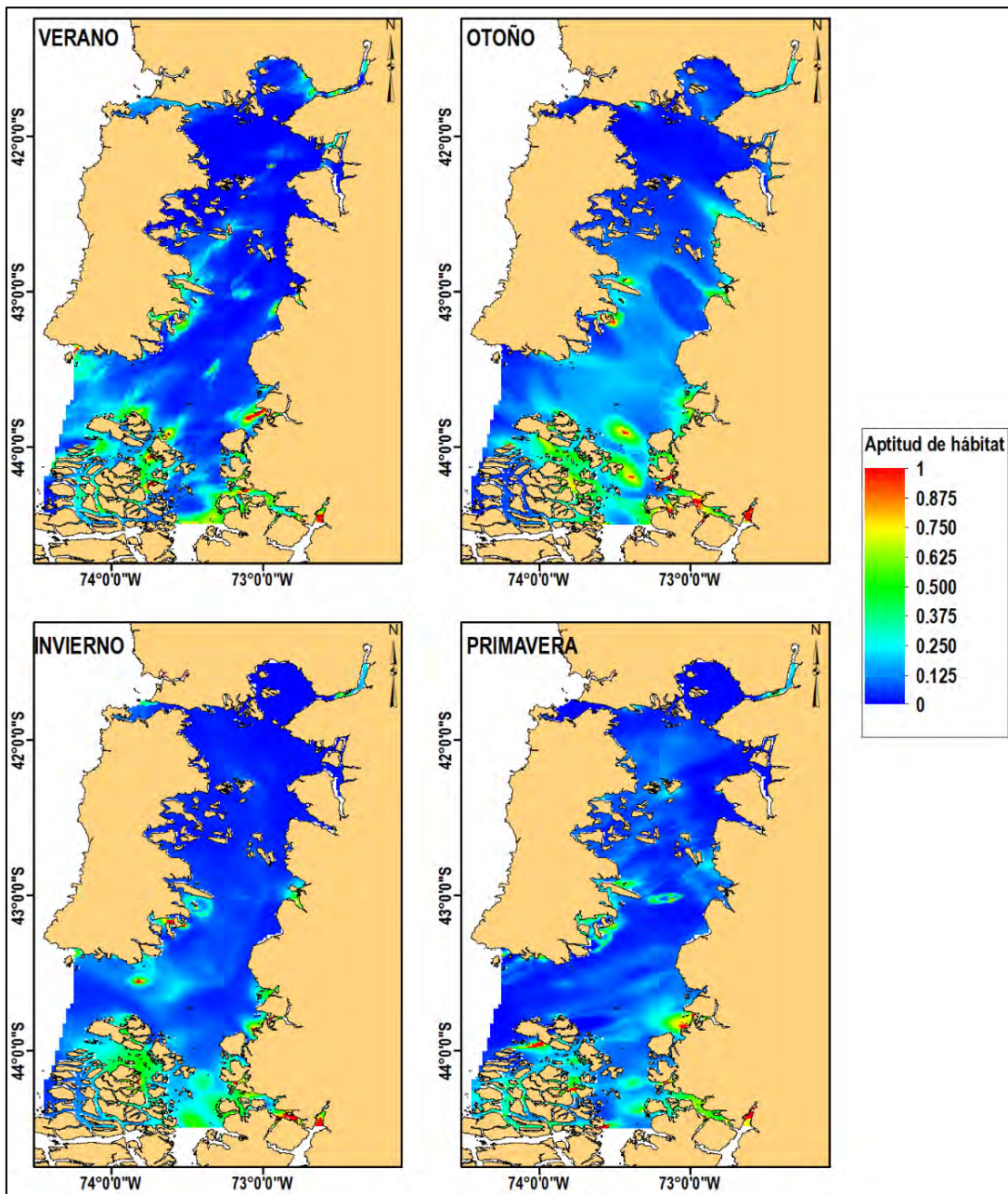


Figura 60. Distribución de nicho potencial para *D. acuta* según modelos estacionales generado con datos ambientales PMMR año 2013.

3.1.7.2.1.6 Validación de expertos para modelos de distribución

A pesar de que los modelos fueron validados empleando un 25% de datos reservados para evaluar la capacidad de predicción espacial de la distribución potencial de las especies, obteniendo en general valores de $AUC > 0.8$ pueden existir algunas limitantes o poca coherencia entre lo predicho espacialmente debido a un sobreajuste, colinealidad u otros factores asociados

a los datos de entrada. Para realizar esta validación de los resultados obtenidos para los modelos de distribución potencial de las especies de fitoplancton nocivo, se generó una reunión con los profesionales expertos de IFOP encargados del PMMR el Dr. Leonardo Guzmán y el Dr. Oscar Espinoza (Anexo 1. [Acta de Reunión 8](#))

La validación consideró 3 ejes principales: (i) Predicción espacial, (ii) importancia de las variables ambientales y (iii) consideraciones generales y observaciones a los modelos. A continuación se detallan las principales observaciones generadas para los modelos completos y los modelos estacionales de las especies de fitoplancton consideradas en el proyecto:

En general, los resultados espaciales de los modelos de distribución potencial realizados con datos Bio-ORACLE responden adecuadamente según lo que se espera sea la distribución de las especies considerando observaciones realizadas por los profesionales a cargo del PMMR. Existen ciertas zonas donde se espera que por aspectos de hidrodinámica se genere una retención o se espere que las especies se encuentren acotadas (ej. *Alexandrium catenella*), lo que coincide con lo entregado por los modelos MaxEnt completos generados. Los modelos de *A. catenella* y *D. acuta* se ajustan adecuadamente considerando lo que se espera y se ha observado para ambas especies. Un aspecto significativo observado corresponde al modelo de *D. acuta*, donde se observa que el modelo capta la variabilidad y complejidad de la especie adecuadamente, generando una zona de probabilidad de presencia en el Estuario de Reloncaví donde históricamente bajo ciertas condiciones ambientales muy particulares se ha detectado la presencia de la especie.

En el caso de los modelos estacionales generados con los datos obtenidos del PMMR, uno de los principales inconvenientes registrados responde a la dificultad de generar grillas continuas para las diferentes variables ambientales, estableciendo que existe una transferencia de error que se genera desde la interpolación de las variables ambientales, por lo que la fiabilidad de las grillas está condicionada y ciertas contribuciones pueden estar sesgadas debido a un valor anómalo. En este caso se aprecia que en general los modelos tienden a predecir una distribución adecuada, exceptuando la época de invierno donde se aprecia una alta aptitud de hábitat para las especies, pero empíricamente no se ha observado presencia de estas (ej. *A. catenella*). Esto

implica que se debe tener cuidado con la interpretación de los resultados obtenidos y la contribución de ciertas variables (ej. Clorofila a, velocidad del viento).

Considerando lo expuesto y la retroalimentación obtenida se considera que los modelos completos resultan válidos tanto estadística ($AUC > 0.8$) y a nivel de juicio de expertos. En el caso de los modelos estacionales, existe una validación estadística ($AUC > 0.8$) pero a nivel de juicio de expertos se debe tener mayor precaución con los resultados obtenidos especialmente durante la época de invierno.

3.1.8 Encuesta de diagnóstico

Esta encuesta fue aplicada (Anexo 1. [Acta de Reunión 3](#)) y respondida por profesionales de SUBPESCA e IFOP que tienen competencias con el sistema de visualización y manejo de la información de Mareas Rojas (Anexo 5. Objetivo 4. [Encuestas de diagnóstico](#)), donde además se consultó sobre todas las extensiones disponibles.

Dentro de los principales resultados arrojados por esta encuesta se encuentran:

- **Generación de información:**
 - Información en formatos vectoriales compatibles con plataformas SIG y webmap
 - Información en formato ráster (TIFF), principalmente de carácter exploratorio considerando los datos de la Fase I de este proyecto (FIP 2014-76)
 - Elaboración de productos cartográficos y aplicaciones Web para despliegue de información geográfica.
 - Se destaca que no se emplean imágenes satelitales de ningún tipo en torno a los datos de Mareas Rojas actualmente.
 - Los formatos trabajados principalmente corresponden *.jpg, *.shp, *.xls, *.txt, *.pdf y *.gdb.
- **Frecuencia de generación de información**
 - La información vectorial es la de mayor frecuencia, respondiendo a la entrega de los datos por parte de IFOP (1 a 2 veces por semana). La actualización de los servicios de mapas web responde a esta misma frecuencia.

- **Manejo de información (plataformas)**

- La UOT dispone de dos plataformas de visualización de información geoespacial, esto es: el Visualizador de Mapas Institucional y las Aplicaciones web que provee ArcGis Online; la primera se encuentra en un proceso de reestructuración y mejora (Anexo 1. [Acta de Reunión 5](#)) y el segundo posee la limitación de que la utilización (publicación, mantención y análisis) está condicionada al consumo de créditos.
- La funcionalidad principal del visualizador es la difusión de actividades de Pesca y Acuicultura principalmente: solicitudes/concesiones, AMERB, caletas pesqueras, etc.
- Las aplicaciones Web de ArcGis online están destinadas a los datos del PMMR, principalmente Abundancias relativas de especies de microalgas.

- **Softwares Principales**

- ArcGis 10.3.1
- AutoCAD 2012
- Geocalc Blue Marble

A nivel de requerimientos específicos de software que puedan generar problemáticas con el funcionamiento y operación del flujo de información del PMMR, se señaló que la subida de capas ráster es aún un problema a resolver, a cargo de la consultora SOPORTA Limitada (Anexo 1. [Acta de Reunión 8](#)). Por otro lado, se establece el uso recurrente de 3 softwares de trabajo cartográfico y análisis espacial, donde se estableció que para el software principal (ArcGis) se dispone actualmente de una licencia tipo ArcEditor 10.3.1, que no cuenta con todos los geoprosesos requeridos por los profesionales de la unidad. Por esto, se considera pertinente el cambio de licencia al tipo ArcInfo para disponer de los geoprosesos elementales, más las extesiones ya disponibles.

No se hace mención de ningún software de análisis estadístico¹⁰ que permita hacer operativos algunos procesos claves en el desarrollo de la modelación geoestadística (ej. test de normalidad, análisis de outliers, entre otros) en caso de querer realizar modificaciones a futuro, ni que

¹⁰ Se menciona GS+ como software estadístico pero este pertenece a la categoría de geoestadístico.

permitan explorar relaciones funcionales asociadas a los modelos de predicción de especies explorados en la fase 1 del proyecto. En base a este punto, se recomendó la incorporación de un software especializado en análisis estadístico que a su vez permita gestión y análisis de información espacial. Se propuso la incorporación del software R con su interfaz de trabajo RStudio debido a la amplia variedad de técnicas y recursos para el análisis estadístico y trabajo con gráficos¹¹; siendo además de licencia tipo GNU (Not unix) y de trabajo multiplataforma (Windows, Lunix y Mac). Este se trabajó durante el curso de capacitación (Anexo 6. Objetivo 6. [Programa del Curso](#)) a través del cual se entregaron las competencias pertinentes para la manipulación del mismo y el trabajo con la información correspondiente al PMMR.

3.1.9 Visualizador de mapas y sistemas OpenSource

Con el fin de optimizar la información geoespacial – a nivel institucional – y que ésta pueda ser visualizada de forma óptima en cualquier navegador web, es que para el presente proyecto se trabajó desde la lógica del servidor y no desde la plataforma. De esta manera, al establecer los requerimientos del servidor se pudo identificar plataformas de visualización acorde a las necesidades de SUBPESCA. Para ello, es necesario que el servidor se conecte con diferentes aplicaciones de *web mapping*, las cuales pueden ser desarrolladas por diferentes entidades – públicas o privadas – bajo la lógica del OpenSource o “código abierto”, puesto que esto le entrega tanto al servidor como a la plataforma mayores capacidades de desarrollo y nuevas aplicaciones. A continuación se presenta un análisis comparativo entre el sistema existente en SUBPESCA (ArcGis Online) y los sistemas OpenSource (Tabla 23).

Tabla 23. Comparación entre ArcGis Online y los sistemas Open Source.

OPEN SOURCE	ARCGIS ONLINE
Servidor de datos espaciales	Servidor de datos espaciales
Código abierto escrito en lenguaje de libre acceso.	Software de pago desarrollado por ESRI. Funciona con sistema de créditos en el servidor.
Formatos de entrada:	Formatos de entrada: - Vectores: shapefile, CSV, archivos de texto, KML, KMZ.

¹¹ Contando actualmente con 9832 paquetes

OPEN SOURCE	ARCGIS ONLINE
<p>- Vectores: Ficheros shape, SQL Server, DB2, WFS externo, PostGIS, ArcSDE, Oracle Spatial, entre otros.</p> <p>- Ráster: GeoTiff, JPG, PNG georreferenciados, imágenes pyramid, Oracle GeoRaster, Mosaic, GDAL, entre otros.</p>	<p>- Ráster: JPG, JPEG, PNP, TIF, TIFF.</p>
<p>Formatos de salida:</p> <p>KML, KMZ, JPG, SVG, GML, PDF, PNG, Shapefile, GeoJSON, GeoRSS, GIF, image/svg, application/pdf, application/openlayers, entre otros.</p>	<p>Formatos de salida:</p> <p>ArcSDE, ERDAS IMAGINE, TIFF, BIL, JP2.</p>
<p>Publicación de datos de cualquier fuente de datos espaciales, a través de la utilización de estándares abiertos:</p> <p>- WMS (Web Maps Service). Protocolo de seguridad y rapidez.</p> <p>- WCS (Web Coverage Service). Protocolo para el envío de datos ráster.</p> <p>- WFS (Web Feature Service). Protocolo para el envío de datos vectoriales.</p>	<p>Plataforma abierta para el uso compartido de datos para información geográfica a través de protocolos y servicios Web estándar (HTTP, REST, J-SON, HTML, etc.).</p>
<p>Se basa en GeoTools, una biblioteca de sistemas de información geográfica de código libre compatible con PostGis.</p>	<p>La información espacial se administra en un repositorio de datos (sistema de administración de contenido geográfico) que forma parte de las capacidades de ArcGIS Online.</p>
<p>Soporta la publicación de datos geoespaciales para Google Earth, a través de la utilización de archivos en formato KML.</p>	<p>Puede implementarse en plataformas virtuales en la nube como Amazon EC2.</p>
<p>Compatible con Windows, MAC, Linux, Ubuntu, entre otros.</p>	<p>No compatible con MAC y Linux.</p> <p>Requerimiento de un sistema operativo de 64 bits.</p>
<p>El mapa es posible de modificar a través de un webservice.</p>	<p>El usuario puede acceder a los mapas creados a través de Tablet, smartphones, PC, desde</p>

OPEN SOURCE	ARCGIS ONLINE
	cualquier dispositivo con conexión a servicios Web
Trabaja en la interoperabilidad	
	Pueden ser compartidos diferentes tipos de contenidos: mapas, capas de datos, servicios y herramientas y aplicaciones También se puede compartir información no espacial (pdf, archivo Excel) El usuario accede al servicio a través de una dirección HTTP(S) y lo utiliza.
Al ser una Map Service envía imágenes (png, jpg, etc.) al usuario.	Funciona como Feature Service enviando features vectoriales al usuario.
La información no es interactiva al usuario (este no puede editar, modificar, etc).	La información es completamente interactiva (el usuario puede interactuar con la información). Es posible descargar la información, editarla y volver a subirla.
	Se pierden los colores originales de la Leyenda cuando el mapa es cargado en el portal.
	Para cargar archivos en formato shape, estos deben estar comprimidos en formato .zip

Fuente: Elaboración propia, 2016.

De acuerdo a lo establecido en reunión con los profesionales de SUBPESCA el día 11 de noviembre de 2016 (Anexo 1. [Acta Reunión 3](#)), para el desarrollo de estos productos se trabajó en forma conjunta con el equipo de la consultora SOPORTA, quienes desarrollaron el proyecto 2016-28-DAC-17: “Evaluación de la Información Territorial, Ambiental y Sanitaria que provee la División de Acuicultura al SIG Institucional en el contexto de una infraestructura de datos espaciales (IDE-SUBPESCA), con enfoque en la determinación de sitios”. El equipo de SOPORTA definió las estructuras generales, protocolos y criterios de funcionamiento del sistema interno institucional y de aspectos claves como almacenamiento y vinculación de bases

de datos e información espacial, por lo cual se desarrolló un flujo de trabajo constante plasmado en el desarrollo de las herramientas solicitadas en el contexto del proyecto FIPA 2016-13.

3.1.9.1 Sistemas OpenSource para publicar datos geospaciales en la web

Se revisaron los siguientes softwares de código abierto, lo que permitió la definición de la mejor propuesta alternativa para el sistema actual de la SUBPESCA:

- **CARTO**: herramienta para crear, publicar y realizar análisis gracias a la compatibilidad con bases de datos PostGIS. Además, es posible crear herramientas de geoprocesamiento utilizando datos proporcionados por el usuario. Ofrece un plan inicial de 5 megabytes (mb) y la posibilidad de almacenar hasta 5 tablas de datos con soporte a usuarios.
- **Do a Map**: permite crear mapas personalizados y compartirlos de forma instantánea, sin necesidad de registro. Utiliza ikiMap (red social destinada a compartir mapas en la web) como soporte para almacenar la información y Leaflet (librería OpenSource que opera con Java) como base para la interfaz gráfica.
- **GeoCommons**: herramienta que permite a los usuarios buscar, utilizar y compartir datos geográficos y mapas. Permite crear mapas dinámicos de forma inmediata y compartirlos de forma instantánea.
- **GisCloud**: herramienta que ofrece una cuenta gratuita para subir datos geoespaciales a la web y crear composiciones a través de una interfaz de usuario. Es un GIS genérico y posee una extensión de publicación para ArcMap.
- **Google Fusion Tables**: aplicación de Google que permite subir capas a la web y compartirlas de forma inmediata mediante una cuenta Google, sin embargo, posee numerosas limitaciones para usuarios analistas GIS dado que no permite crear una arquitectura propia del *web mapping*.
- **Google Maps Engine Lite**: permite crear mapas de forma fácil y rápida sobre los mapas base de Google Maps. Esta aplicación está creada para usuarios que desean compartir datos geoespaciales de forma rápida, cuyo único requisito es tener una cuenta Google. Está diseñado para proyectos pequeños, con un límite de 100 registros de importación

mediante archivos CSV o XLSX. No acepta formato KML como archivo de importación.

- **MapBox:** permite diseñar mapas web y publicarlos en minutos. Incluye esquemas de colores, capas base de terreno, marcadores, etc. Utiliza los datos base de OpenStreetMap y ofrece un plan gratuito de 50 mb de almacenamiento, 3000 visitas al mes y soporte online.
- **Polymaps:** es una librería JavaScript libre que permite crear mapas dinámicos e interactivos. Proporciona una visualización rápida de conjuntos de datos vectoriales múltiples a diferentes niveles de zoom, además de proveedores de mapas como OpenStreetMap, CloudMade, Bing u otros.
- **QGis Cloud:** es un servicio de hosting que permite publicar mapas directamente desde el escritorio del computador (desktop). Ofrece una cuenta gratuita que admite publicar un número ilimitado de mapas, 5 bases de datos PostGis 2.0 y 50 mb de almacenamiento. Para ello, es necesario instalar el plugin y disponer del software Quantum Gis.
- **MangoMap:** permite crear mapas a través de una interfaz personalizada para el usuario. Se pueden distribuir 100 mapas web de forma simultánea con un máximo de 8 GB de datos geoespaciales en total. MangoMap ofrece una salida gráfica ya incorporada, sin la necesidad de recurrir a lenguajes de programación web como Leaflet.
- **Geoserver:** es un servidor de código abierto para el intercambio de datos geoespaciales. Está diseñado para la interoperabilidad, publicando datos desde cualquier fuente de datos espaciales utilizando estándares OpenSource, como *Web Feature Service (WFS)*, *Web Map Service (WMS)* y *Web Coverage Service (WCS)*. Tal y como señala la web oficial del producto (<http://geoserver.org/>), es un proyecto desarrollado, probado y apoyado por un grupo diverso de analistas GIS a lo largo del mundo.

Con estos antecedentes se estableció el servidor de código abierto Geoserver como la mejor alternativa, cuyo proceso de implementación se explica a continuación.

3.1.9.2 Proceso de implementación de un visualizador de mapas utilizando Geoserver

GeoServer es un servidor de software de código abierto, gratuito, escrito en Java y que permite a los usuarios compartir y editar datos geoespaciales. Diseñado para la interoperabilidad, publica los datos de cualquier fuente de datos espaciales utilizando estándares OpenSource, sin embargo, antes de la implementación del sistema se consideraron los siguientes requerimientos.

3.1.9.2.1 Requerimientos del Servidor y OpenCloud

Para la implementación del visualizador de mapas se estableció un servidor **dedicado**, donde se encuentran no sólo los datos geoespaciales, sino también la configuración de la web donde se implementó el modelo de visualizador. Esto permitió que la información tenga un solo punto de acceso a través de una dirección IP y puerto de entrada únicos, mejorando la configuración de los servicios que se puedan crear con los datos del servidor y disminuyendo los errores que se generan a partir de los cambios de IP o configuraciones de seguridad.

Para el establecimiento del servidor se consideró la oferta de la empresa OpenCloud (<https://www.opencloud.cl/>), que permitió mayor velocidad en la lectura, escritura y transferencia de archivos. Los planes de OpenCloud varían según la capacidad del disco, capacidad del procesador, tráfico web y memoria RAM, fluctuando en valores que van desde los \$2.500 hasta los \$300.000 mensuales (Figura 61).

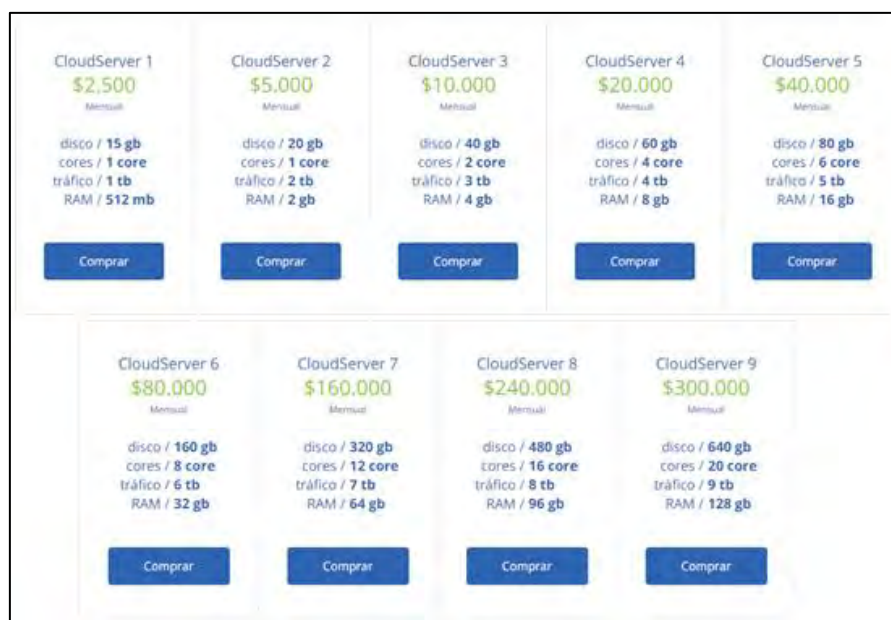


Figura 61. Variación y costos de los planes OpenCloud según diferentes características del servidor. Fuente: OpenCloud, 2016.

Para acceder al servidor es necesario ingresar al panel de control del mismo, donde se accede a la lista de productos y servicios contratados junto con la consola del servidor, la cual se asemeja a un servidor de escritorio con sistema operativo Windows, Linux, Ubuntu, Debian, Centos o Fedora, según requerimientos del usuario (Figura 62).

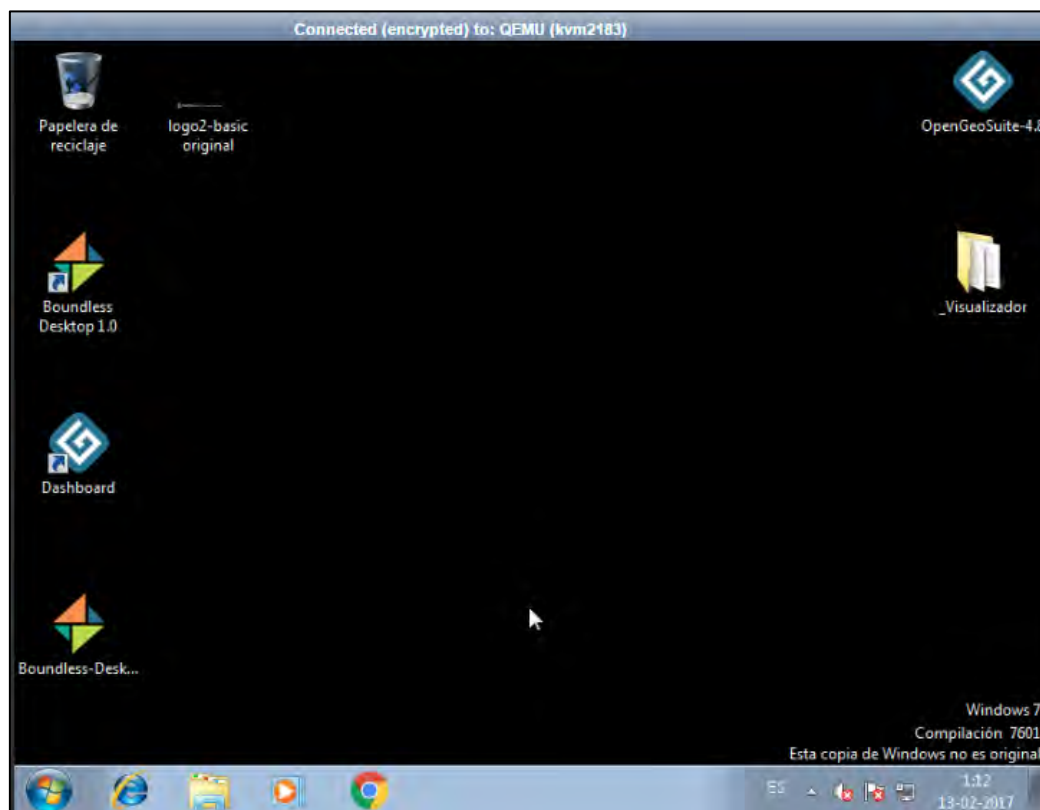


Figura 62. Ejemplo de consola de visualización con sistema operativo Windows.

Fuente: OpenCloud, 2017.

Una de las desventajas de Geoserver es que al momento de publicar las capas de información sólo permite la creación de mapas fijos (Figura 76). Este inconveniente se solucionó utilizando 2 alternativas de elaboración de visualizadores web: la primera utilizando la plataforma de aplicaciones geoespaciales **OpenGeo Suite** y, en segundo lugar, programación directa utilizando la biblioteca de código abierto Leaflet.

3.1.9.2.2 *OpenGeo Suite*

OpenGeo Suite es una plataforma de aplicaciones geoespaciales desarrollada por Boundless (<https://boundlessgeo.com/>) que contiene los softwares necesarios para la gestión de datos,

construcción de mapas y aplicaciones a través de los navegadores web, ordenadores de escritorio y dispositivos móviles. Combina PostGIS, Geoserver, OpenLayers, GeoExt y GeoWebCaché (Figura 63).

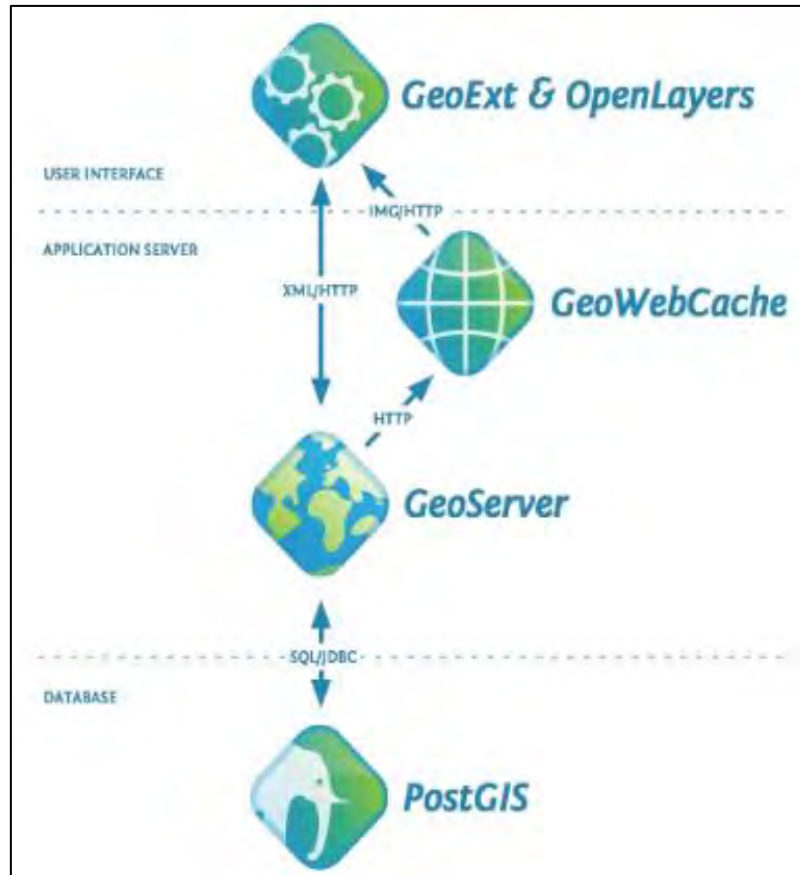


Figura 63. Componentes de OpenGeo Suite.

Fuente: OpenGeo Suite, 2017.

- Base de datos **PostGIS**: permite un almacenamiento eficiente, ordenado y una adecuada consulta de información a través de tablas de datos.
- Servidor web de código abierto **Geoserver**: permite compartir, analizar y editar datos geoespaciales.
- **GeoWebCaché**: acelera la entrega de mapas web al almacenar en caché los mosaicos de los mapas publicados, mejorando la velocidad de respuesta frente a las consultas del usuario.
- **OpenGeo Suite Explorer for QGIS**: plugin de QGIS que permite publicar información geoespacial en la web directamente desde el SIG de escritorio.

- Librería de mapas web **OpenLayers 2 and 3**: biblioteca JavaScript de código abierto que permite mostrar mapas dinámicos en la web.
- Construcción web **Boundless SDK**: herramienta para construir aplicaciones web basadas en JavaScript.
- Herramienta de publicación de mapas **GeoExplorer**: herramienta de publicación de mapas en la web.

Para la ejecución de OpenGeo Suite se instaló el software desde la página oficial de los servicios Boundless en el servidor. Una vez instalado, se abrió el puerto de entrada y salida de información bajo el cual se instaló OpenGeo Suite, a través de la configuración avanzada del Firewall de Windows en el servidor (o símil en otro sistema operativo). De esta manera, se obtuvo la consola web de trabajo (Dashboard), accesible desde cualquier computador con conexión a internet y bajo la cual es posible trabajar los datos geoespaciales (Figura 64).

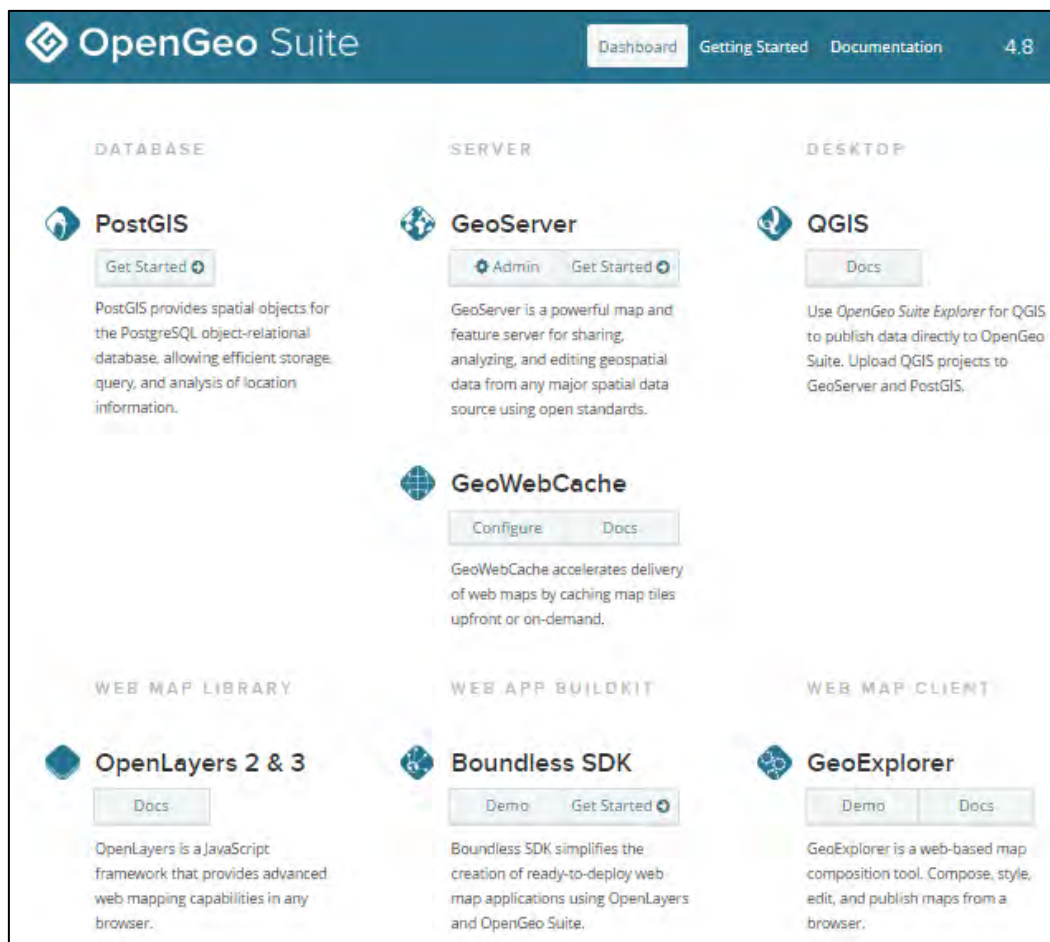


Figura 64. Consola de trabajo web de OpenGeo Suite (Dashboard). Fuente: OpenGeo Suite, 2017.

De esta manera fué posible comenzar a gestionar, editar y publicar datos geospaciales con Geoserver, para lo cual se debe hacer click sobre el botón inferior izquierdo que aparece debajo de la herramienta (Figura 65).



Figura 65. Botón de acceso a la herramienta Geoserver desde OpenGeo Suite.
Fuente: Elaboración propia en base a OpenGeo Suite, 2017.

3.1.9.2.3 Integración de Geoserver en OpenGeoSuite

Al ingresar a la consola de acceso a Geoserver fue necesario colocar un nombre de usuario y contraseña. Por defecto, cuando se instala Geoserver (ya sea a través de OpenGeo Suite o no) se configura el nombre de usuario **admin** y la contraseña **geoserver** (Figura 66)

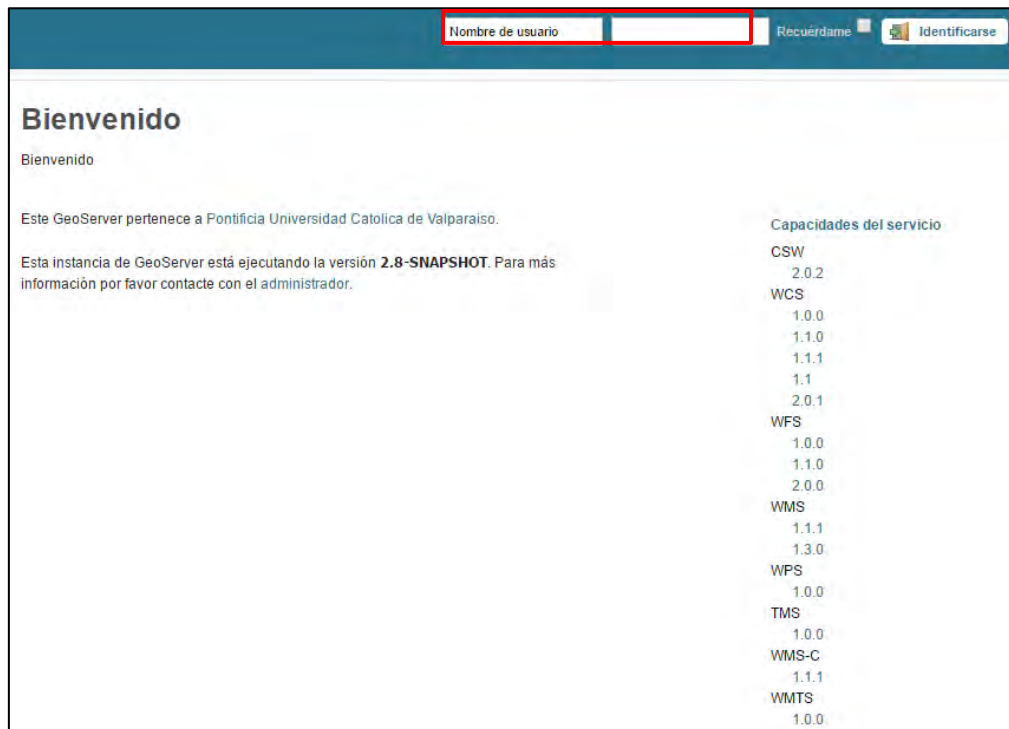


Figura 66. Consola de acceso a Geoserver.
Fuente: Elaboración propia en base a Geoserver a partir de OpenGeo Suite, 2017.

Al ingresar a la interfaz de usuario de Geoserver (Figura 67), en el costado izquierdo de la pantalla aparece la serie de opciones que permitieron la configuración del servidor, así como la edición y publicación de datos geoespaciales [1]. En la parte central de la pantalla, aparece una síntesis de las capas, almacenes y espacios de trabajo que han sido creados en el servidor, además de advertencias de errores o sugerencias [2], mientras que en el costado derecho de la pantalla aparece la serie de servicios web que pueden ser configurados [3].

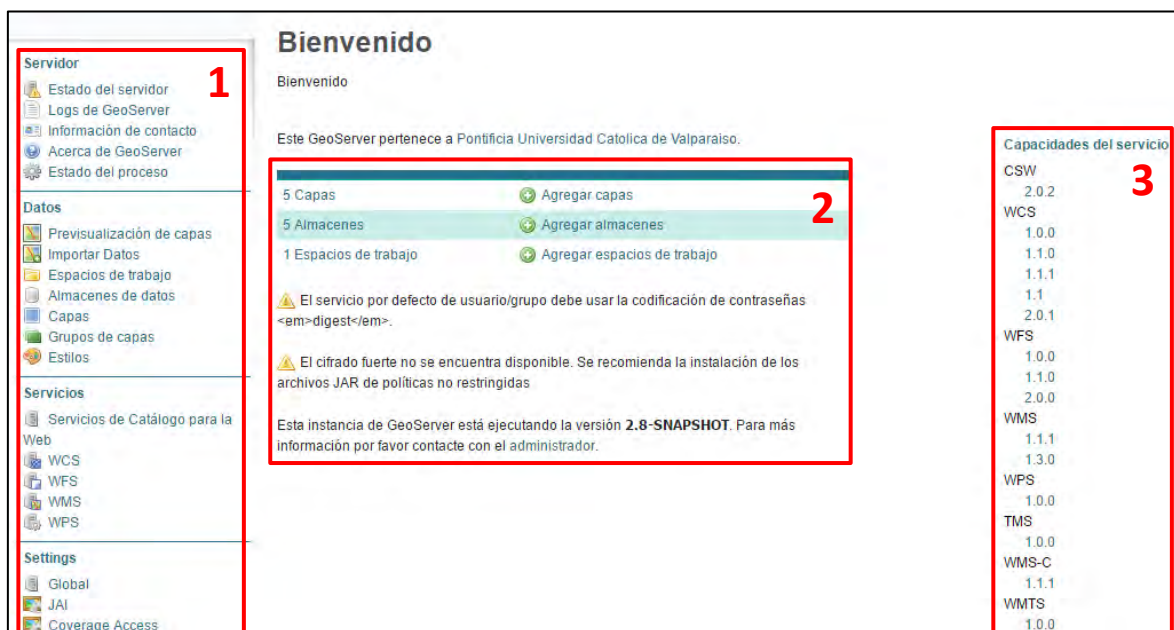


Figura 67. Interfaz de usuario de Geoserver.

Fuente: Elaboración propia en base a Geoserver a partir de OpenGeo Suite, 2017.

Como primer paso se configuró la información de contacto del servidor. Para ello se seleccionó la opción **“Información de contacto”** que aparece en el costado superior izquierdo de la pantalla (Figura 68). En esta sección se colocó el nombre, dirección, teléfono y correo electrónico de la persona encargada de la configuración del servidor web, además de la institución propietaria del sistema, con objeto de individualizar el servidor web. De esta manera, cada vez que se ingresa a la interfaz de usuario de Geoserver aparece el siguiente mensaje: *“Este Geoserver pertenece a [Institución propietaria]”*.

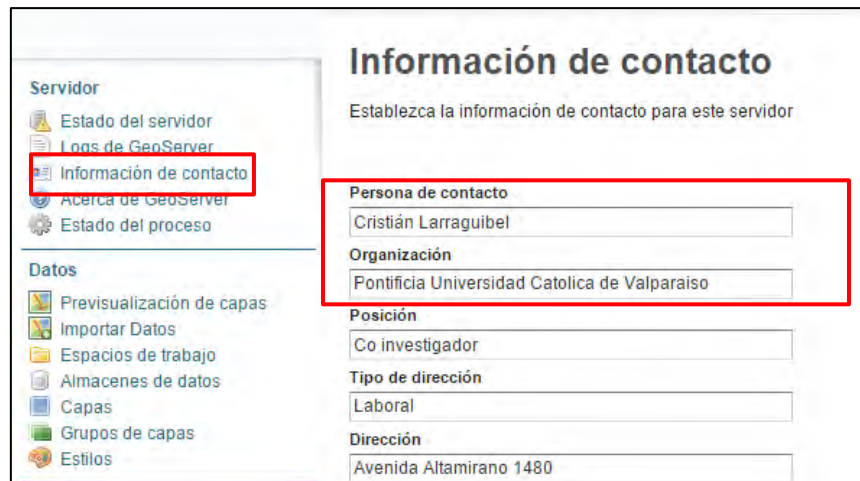


Figura 68. Interfaz de modificación de la información de contacto en Geoserver.
 Fuente: Elaboración propia en base a Geoserver a partir de OpenGeo Suite, 2017.

Una vez establecidos los datos de contacto del servidor, se debe creó un nuevo usuario personalizado y se eliminaron los datos por defecto, con objeto de entregar mayor seguridad al servidor. Así fue posible configurar una o más cuentas de usuario, así como los permisos de edición y/o visualización. Para ello, en el costado izquierdo de la pantalla, en el apartado de **Seguridad** se seleccionó la opción “**Usuarios, grupos, roles**”, donde aparece la interfaz para la creación de nuevas cuentas de usuario (Figura 69).

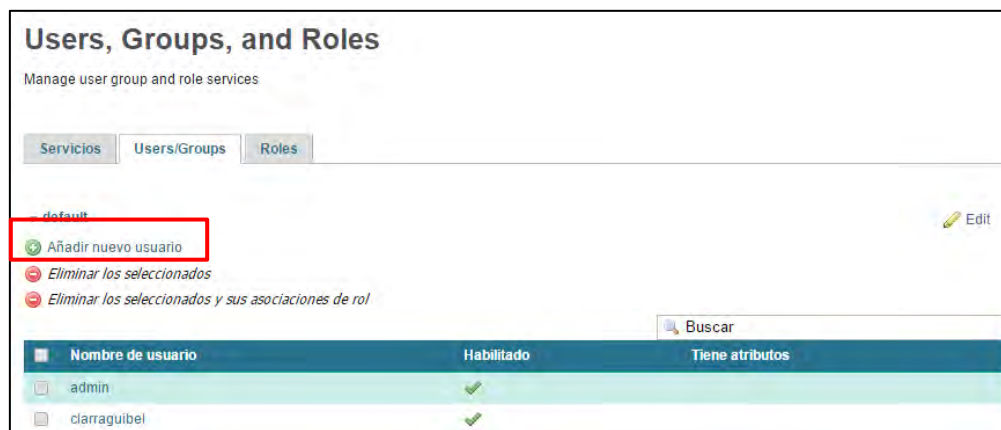


Figura 69. Interfaz de creación de nuevas cuentas de usuario en Geoserver.
 Fuente: Elaboración propia en base a Geoserver a partir de OpenGeo Suite, 2017.

En esta interfaz, se seleccionó la opción “**Añadir nuevo usuario**” y se rellenaron los datos solicitados, incluyendo los permisos que se le otorgaron a cada usuario, ya sea como administrador o como simple visualizador (Figura 70).

Figura 70. Configuración de nuevas cuentas de usuario en Geoserver.

Fuente: Geoserver a partir de OpenGeo Suite, 2017.

Una vez creado el nuevo usuario se editaron sus propiedades, donde es posible cambiar la contraseña de ingreso y habilitarlo (o no) (Figura 71).

Figura 71. Editor de nuevas cuentas de usuario en Geoserver.

Fuente: Geoserver a partir de OpenGeo Suite, 2017.

Una vez configuradas todas las cuentas de usuario – y sus permisos correspondientes – se subió la información al servidor. Para ello, en el costado izquierdo de la pantalla, en el apartado de **Datos**, se creó un nuevo **Espacio de trabajo** (Figura 72). El Espacio de Trabajo corresponde a

la carpeta donde el servidor guarda toda la información correspondiente a un proyecto. Se pueden crear múltiples espacios de trabajo dependiendo de la cantidad de proyectos que se suban al servidor, los cuales se guardarán en el disco C: del servidor virtual que alberga a OpenGeo Suite y Geoserver.



Figura 72. Interfaz de creación de espacios de trabajo en Geoserver.

Fuente: Geoserver a partir de OpenGeo Suite, 2017.

Una vez configurado el Espacio de Trabajo, se crearon los **Almacenes de datos** (Figura 73). Un Almacén de Datos corresponde a la información que se sube al servidor para cada proyecto, es decir, cada uno de los archivos que forman parte de la información que se aloja en el servidor. Para ello se seleccionó la opción “**Agregar nuevo almacén**” y se configuró la información.



Figura 73. Interfaz de creación de almacenes de datos en Geoserver.

Fuente: Geoserver a partir de OpenGeo Suite, 2017.

Se agregaron las capas correspondientes a cada almacén, considerando que los archivos ráster se configuran como un almacén de datos particular, mientras que los archivos de tipo vectorial se almacenaron en su conjunto.

Para añadir una nueva capa, se seleccionó la opción “**Agregar nuevo recurso**”. En esta interfaz se configuró, según cada almacen de datos, las capas que se añadieron al servidor. Una vez subidas las capas al servidor, aparece la opción de publicar la capa. Una vez subidas y publicadas la totalidad de las capas que se desea añadir al proyecto, aparece una lista de información disponible en la interfaz de las capas (Figura 74).

Tipo	Espacio de trabajo	Almacén	Nombre de la capa	Habilitada?	SRS nativo
Geoportal	Geoportal	Estaciones_PMMR	Estaciones_PMMR	✓	EPSG:5362
Geoportal	Geoportal	Oxígeno Disuelto Primavera 2013	Oxígeno Disuelto Primavera 2013	✓	EPSG:32718
Geoportal	Geoportal	Oxígeno Disuelto Verano 2013	Oxígeno Disuelto Verano 2013	✓	EPSG:32718
Geoportal	Geoportal	Oxígeno Invierno 2013	Oxígeno Disuelto Invierno 2013	✓	EPSG:32718
Geoportal	Geoportal	Oxígeno Otoño 2013	Oxígeno Disuelto Otoño 2013	✓	EPSG:32718

Figura 74. Interfaz de capas donde aparece la totalidad de información disponible en Geoserver.
Fuente: Elaboración propia en base a Geoserver a partir de OpenGeo Suite, 2017.

Finalmente se elaboró la simbología con la cual aparece cada una de las capas que se subieron al servidor. Para ello se seleccionó la opción **Estilos** en el costado izquierdo de la pantalla, donde aparece la interfaz que permite personalizar la simbología (Figura 75). En caso de no personalizar las simbologías, las capas aparecerán con la simbología por defecto que trae Geoserver.



Figura 75. Interfaz de estilos donde se puede modificar las simbologías de las capas en Geoserver.
Fuente: Geoserver a partir de OpenGeo Suite, 2017.

Para asegurar que el proceso de carga y edición de datos se completó correctamente, se previsualizaron las capas disponibles en el servidor, en formato ráster y vectorial (Figura 76). No obstante, la previsualización de las capas corresponde a un mapa estático, donde es posible realizar consultas a la capa de información e incluso juntar más de dos capas, sin embargo, no fue posible “prender y apagar” layers para mejorar su visualización. Para ello se ocupó la herramienta **GeoExplorer**, compositor de mapas web que se incluye en el paquete de aplicaciones de OpenGeo Suite.

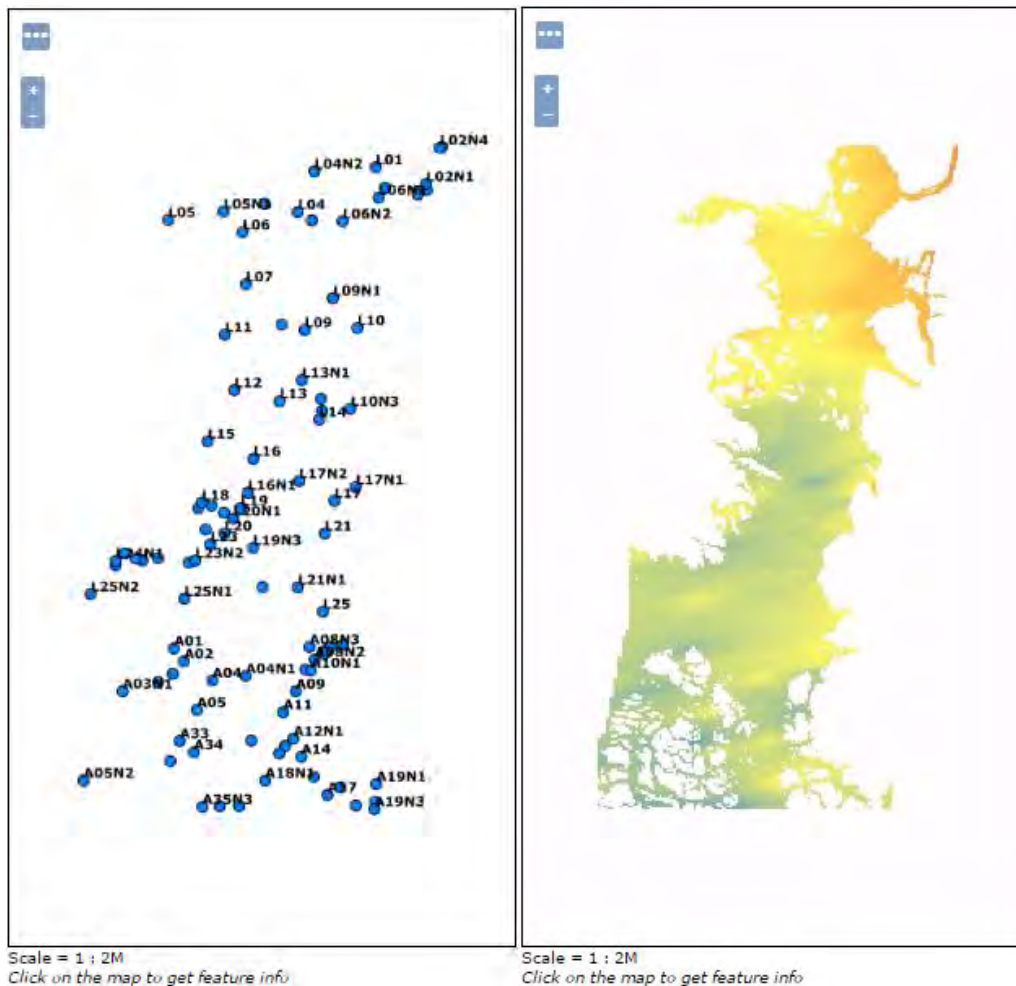


Figura 76. Ejemplo de visualización de capas de información vectorial (izquierda) y ráster (derecha) utilizando Geoserver.

Fuente: Elaboración propia en base a datos del PMMR utilizando Geoserver y OpenGeo Suite, 2017.

3.1.9.2.4 *Publicación mapas en la web con GeoExplorer*

Utilizando la herramienta **GeoExplorer** que se incluye en OpenGeo Suite, se elaboró un visualizador de mapas con las capas de información que se subieron al servidor.

Para ingresar a GeoExplorer debemos acceder a la consola de OpenGeo Suite – denominado como Dashboard por el mismo programa – y seleccionar la opción “**Demo**” que se encuentra en la parte inferior izquierda de la pantalla, por debajo del ícono de GeoExplorer (Figura 77).

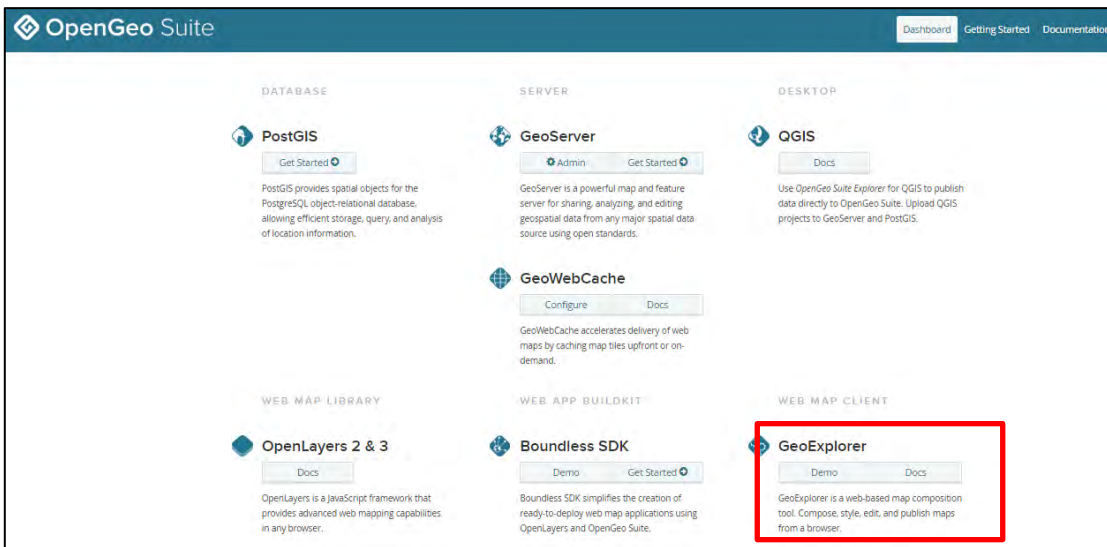


Figura 77. Ejemplo de visualización de capas de información vectorial (izquierda) y ráster (derecha) utilizando Geoserver.

Fuente: Elaboración propia en base a OpenGeo Suite, 2017.

Al ingresar a GeoExplorer aparece una consola que permitió añadir información al mapa que se publicó en la web. En el costado izquierdo de la pantalla, aparecieron las opciones para agregar y movilizar capas, mientras que en la barra superior del mapa apareció el zoom, el encuadre y la posibilidad de visualizar la información en Google Earth 3D (Figura 78).

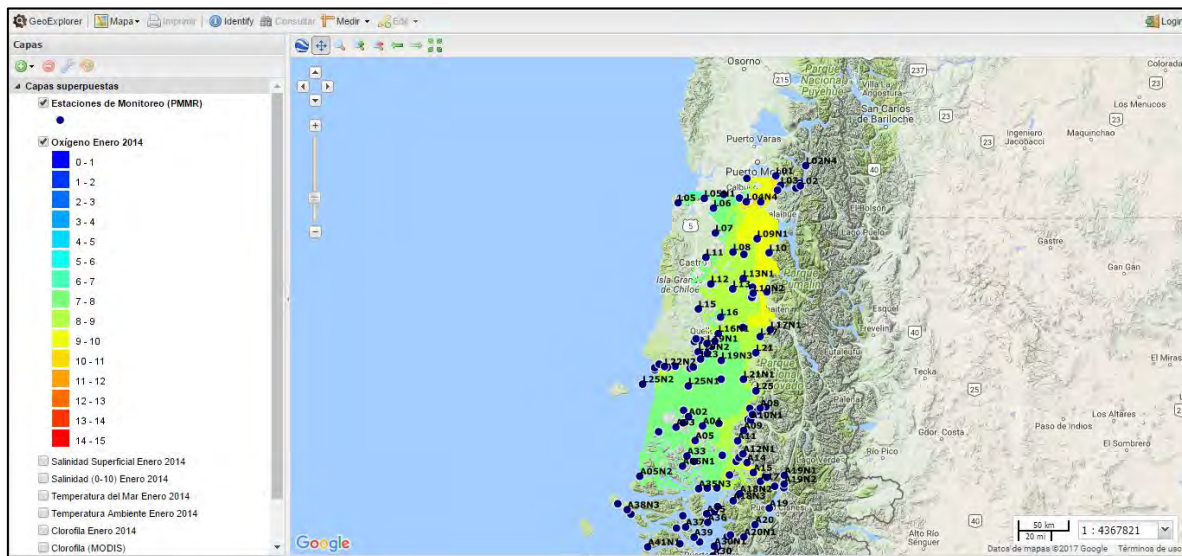


Figura 78. Previsualización de las capas que formarán parte del visualizador de mapas.

Fuente: Elaboración propia en base a GeoExplorer, 2017.

Por último, el mapa generado se colocó en la página web del Laboratorio de Oceanografía Satelital.

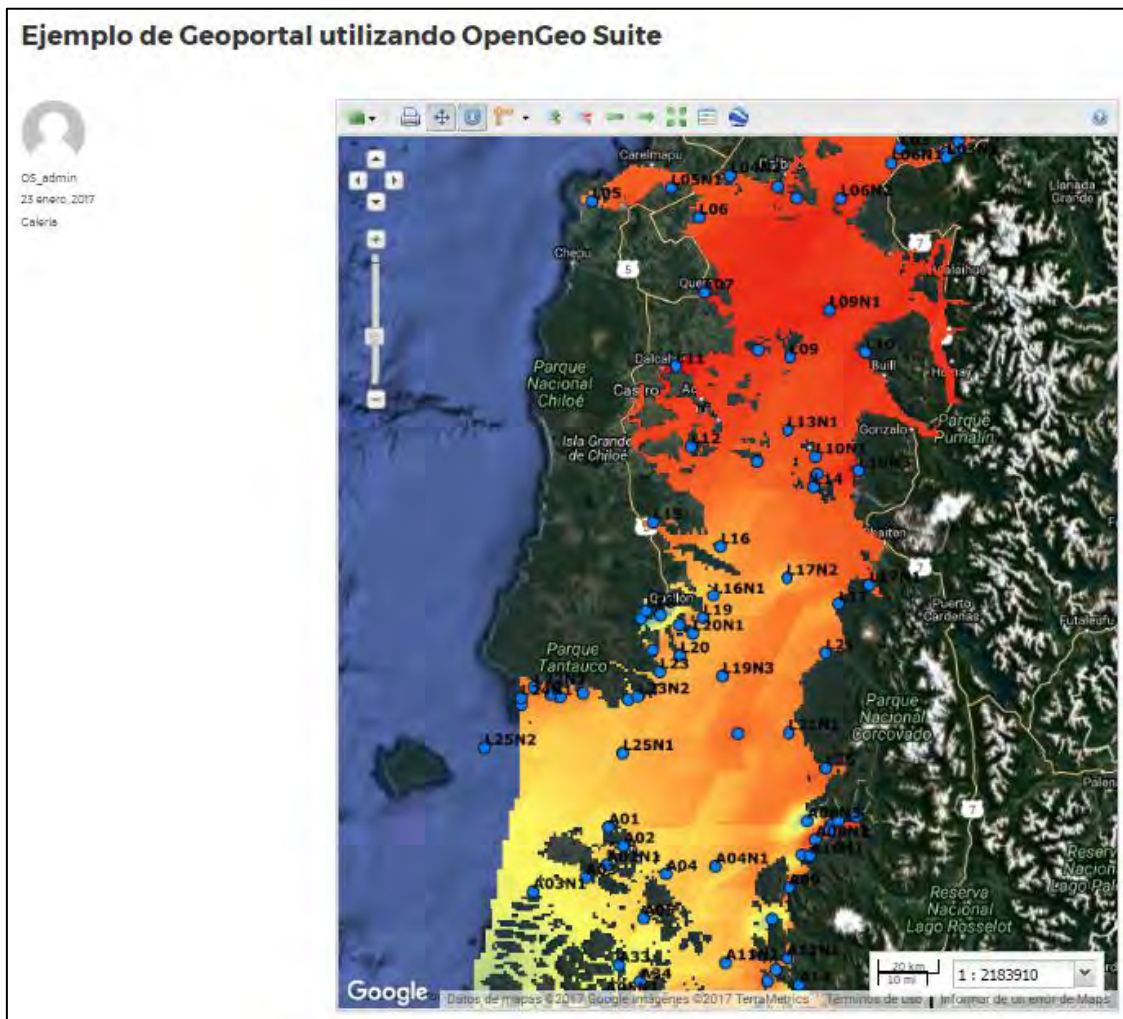


Figura 79. Ejemplo de visualizador de mapas incorporado en una página web.

Fuente: Elaboración propia en base a GeoExplorer, 2017.

Para efectos de este proyecto, se realizaron **pruebas** para la implementación de un visualizador de mapas piloto mediante GeoExplorer (OpenGeo Suite) utilizando las siguientes capas de datos, el cual se encuentra en la página <http://186.64.123.72:8080/geoexplorer/composer/#maps/17> como visualizador independiente y <http://oceanografiasatelital.cl/ejemplo-de-geoportal-utilizando-opengeo-suite/> incorporado en una página web:

- Estaciones de Monitoreo de Marea Roja (PMMR).
- Clorofila (Enero 2014).
- Oxígeno Disuelto (Enero 2014).
- Salinidad Integrada y Superficial (Enero 2014).
- Temperatura Ambiente y Temperatura del Mar (Enero 2014).
- Clorofila (MODIS).
- Temperatura del Mar (SST1 y SST2).

El producto obtenido corresponde a un visualizador de mapas dinámico, el cual permite realizar consultas a las diferentes capas de información (Figura 80).

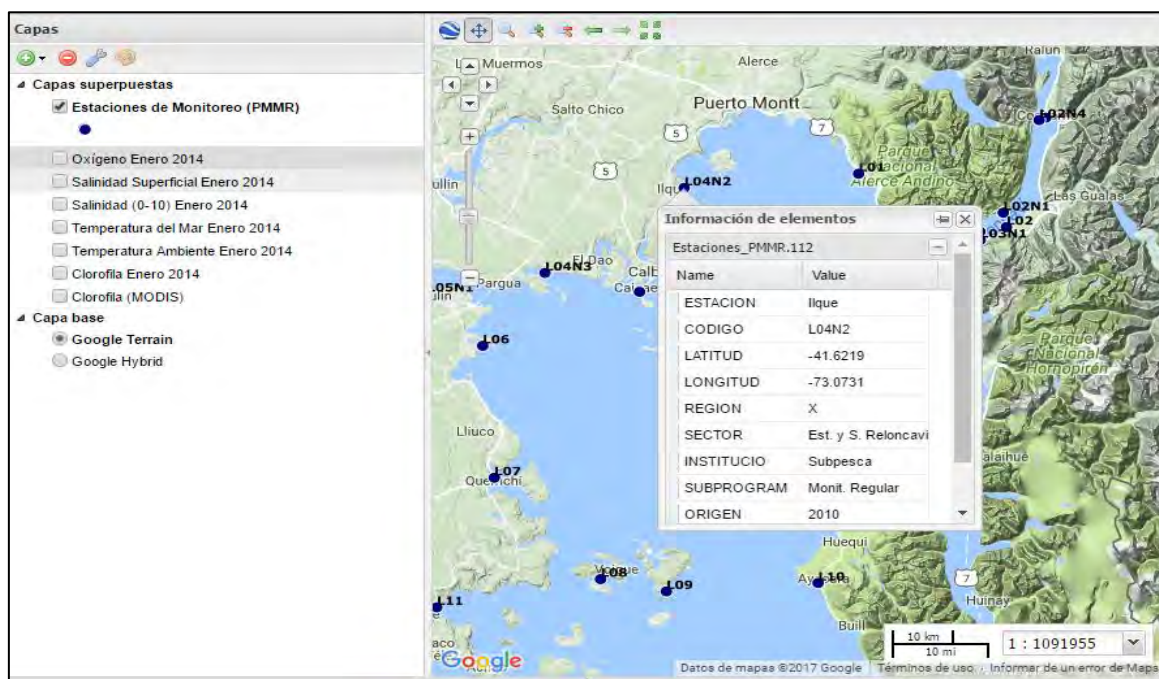


Figura 80. Ejemplo de consulta realizada al visualizador de mapas web utilizando GeoExplorer.
Fuente: Elaboración propia en base a GeoExplorer, 2017.

3.1.9.2.5 Leaflet

Leaflet corresponde a una biblioteca JavaScript de código abierto (OpenSource) para la elaboración de mapas interactivos basado en lenguaje HTML5. Cuenta con una gran cantidad de plugins fáciles de usar, una API y código fuente bien documentados (en la misma página de Leaflet <http://leafletjs.com/>) y funciona de forma eficiente con las principales plataformas móviles y de escritorio.

Para efectos de este proyecto, se desarrolló un visualizador de mapas piloto utilizando la información que se subió a Geoserver, con objeto de mostrar otra herramienta para la confección de visualizadores web (Figura 81).



Figura 81. Visualizador de mapas piloto elaborado mediante la utilización de lenguaje HTML5 y biblioteca JavaScript Leaflet.

La elaboración y desarrollo del visualizador contempló la utilización del editor de código HTML *CoffeeCup Free HTML Editor* (<http://www.coffeecup.com/free-editor/>). El código HTML básico contempla un visualizador interactivo, el cual consiste de una o varias capas base junto con la serie de capas de información que se quiere visualizar.

La construcción de visualizadores de mapas mediante lenguaje HTML5 junto con la librería Leaflet (Figura 82) permite la consulta de información para cada una de las capas, ya sea en

formato ráster como vectorial (Figura 83), además de conectar el visualizador con variados WMS que brindan mayor información y soporte al visualizador.

```

1 <!DOCTYPE html>
2 <html>
3 <head>
4
5 <title>GEOPORTAL</title>
6
7 <link rel="stylesheet" href="https://unpkg.com/leaflet@1.0.1/dist/leaflet.css">
8 <script src="https://unpkg.com/leaflet@1.0.1/dist/leaflet.js"></script>
9 <script src="https://maps.googleapis.com/maps/api/js" async defer></script>
10
11 <script type="text/javascript" src="../lib/Leaflet.GoogleMutant.js"></script>
12 <script type="text/javascript" src="../lib/Control.Coordinates.js"></script>
13 <link rel="stylesheet" href="../lib/Control.Coordinates.css"/>
14
15 <style>
16 #map {
17 width: 100%;
18 height: 600px;
19 box-shadow: 5px 5px 5px #888;
20 }
21 </style>
22
23 </head>
24
25 <body>
26
27 LABORATORIO DE OCEANOGRAFIA SATELITAL PUCV</h2>
30
31 <h3>Programa de Monitoreo de Marea Roja</h3>
32
33 <div id="map"></div>

```

Figura 82. Ejemplo de código básico para la elaboración de un visualizador web con lenguaje HTML5 y Leaflet.

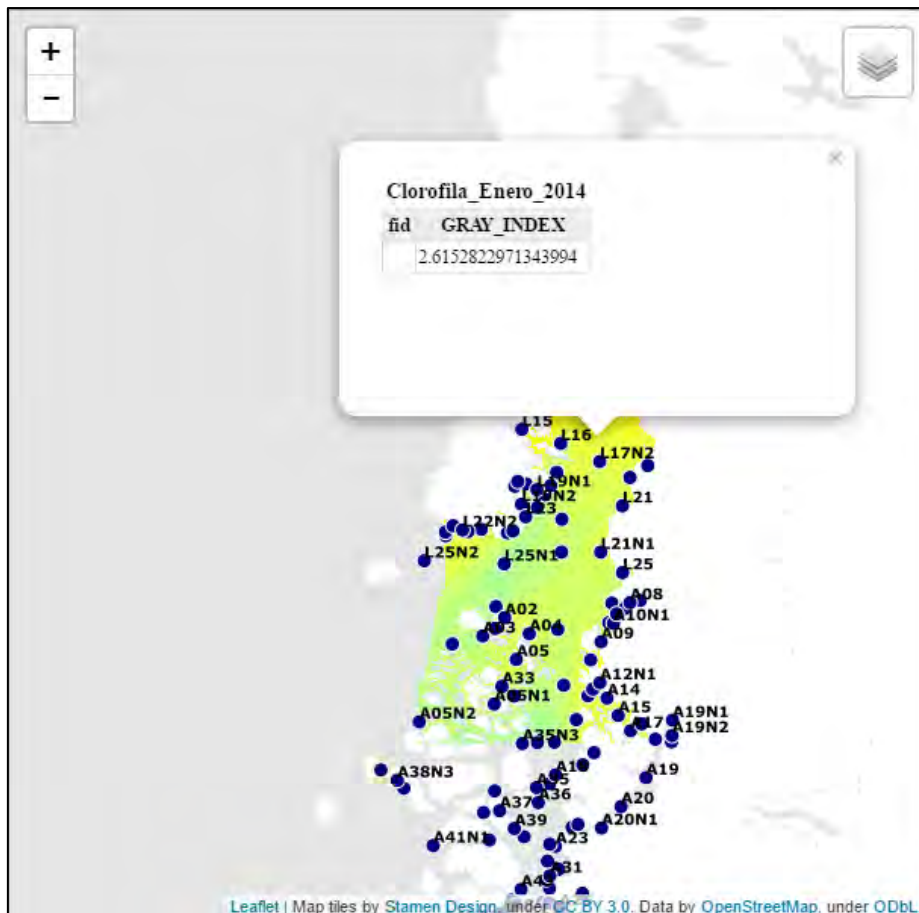


Figura 83. Ejemplo de consulta realizada a capa ráster en un visualizador de mapas construido mediante código HTML5 y Leaflet.

Discusiones Objetivo 1

Modelos Arcgis.

Las diferentes variables ambientales seleccionadas para la generación de interpolaciones, presentan una variabilidad latitudinal y estacional en la zona FIP 2017-76. Las variables con mayor variabilidad corresponden a la clorofila, salinidad y temperatura ambiente; mientras que las estaciones donde se aprecia mayor variabilidad en todas las variables son durante verano y primavera. Se denota un grado de autocorrelación espacial alto a distancias cortas pero con poca confianza en las estructuras espaciales a distancias mayores a 14 km.

La variabilidad espacial está marcada por el comportamiento estuarino dentro del área (Sievers & Silva, 2008), más claro considerando la distribución de salinidad; además de la marcada diferencia que se puede ver entre la zona al norte de las Islas Desertores y la parte sur del área, siendo esto concordante con otros trabajos sobre la zona (Lara *et al.*, 2016; Aracena *et al.*, 2011).

Para ajustar a distribución normal la mayoría de las variables sufrieron algún tipo de transformación, asegurando cumplir con los criterios pre-establecidos para el uso de los métodos de interpolación seleccionados. En el caso de aquellas variables (ej. oxígeno) que no requirieran transformación de acuerdo al test AD, pero que se observó presentar valores extremos complejos se transformó de forma suave (box-cox). Se debe tener presente que al transformar los datos se genera ruido en los mismos, considerando también el reducido número de estaciones disponibles para modelar.

Las distancias existentes entre las estaciones, sumado a que las mismas no fueron diseñadas para obtener una grilla interpolada, dificultan la modelación de las relaciones espaciales y estructuras existentes dentro del área de interés.

En relación a la distribución espacial de los errores asociados a la predicción aumenta a medida que nos alejamos del punto muestral. En general, los errores estándar más altos están presentes en las épocas de verano y primavera, donde la variabilidad es más difícil de captar. También aumenta el error en zonas como fiordo Comau u otras donde no existe ningún dato sobre su variabilidad o influencia en el sistema.

Si bien los modelos mejorados de interpolación presentan estadísticos adecuados y en general bajos errores estándar asociados a las predicciones espaciales, debido a los problemas especificados anteriormente se debe tener precaución al momento de analizar los resultados y se debe evaluar si es adecuado o no publicarlos en las plataformas de visualización respectiva. Esto debido a que la poca confianza que se puede tener de las predicciones en zonas de no datos y con poco muestreo puede inducir en una mala lectura por parte de los usuarios externos de la información.

Modelos multivariados.

Luego del diagnóstico de los modelos multivariados se observó que las técnicas de predicción de abundancia son poco explicativas para la complejidad del fenómeno en estudio; demostrando en este caso que los modelos GAM/GLM no son fiables considerando la disposición de información y el comportamiento espacial. La migración a MaxEnt como indicador de distribución potencial arrojó resultados más coherentes en torno a la distribución esperada para las 3 especies de dinoflagelados en estudio.

En torno a las curvas de respuesta entregadas por los modelos se aprecia que existe una multimodalidad significativa en cada una de ellas. En el caso de la temperatura superficial del mar y la salinidad la respuesta es menos heterogénea debido a las condiciones típicas de la zona de estudio. En todas las curvas se ve que existen respuestas acotadas de las especies a distintos gradientes ambientales.

El grado de heterogeneidad y multimodalidad observado en cada curva también puede reflejar el hecho de que las observaciones obtenidas no abarcan la totalidad del rango de valores que cada variable despliega en condiciones naturales, lo cual es el reflejo de patrones de muestreo heterogéneo, con algún sesgo espacial y disperso a lo largo de los distintos gradientes ambientales. Este comportamiento también se observa en las curvas de los modelos acotados para las 3 especies (Anexo 2. Objetivo 1. [Curvas de respuestas de Modelos Estacionales](#)).

El nicho potencial descrito por el modelo completo para (Figura 51) muestra una alta probabilidad de ocurrencia de *A. catenella* principalmente en la zona sur del área, en el sur de la Isla de Chiloé y dentro de Canal Moraleda y la zona de fiordos. Este resultado se muestra

consistente de acuerdo a lo esperado en torno a la distribución del organismo en la zona del Mar Interior de Chiloé, de acuerdo a la opinión de profesionales de IFOP considerada durante la revisión de estos resultados (Anexo 1. [Acta de Reunión 8](#)).

En la Figura 52 se muestran los nichos potenciales para la especie obtenidos a nivel estacional; donde se observa que las zonas de alta probabilidad se concentran de forma similar a las mostradas en el modelo completo y que durante otoño y primavera se da la mayor extensión del área apta para la presencia de la especie hacia el norte por el mar interior.

En la época de invierno, se observa una pequeña zona en el límite del área (sector de Ancud) donde la probabilidad aumenta en comparación al resto de las épocas, lo que puede entenderse como un aumento de condiciones favorables hacia el área oceánica, no obstante se carecen de datos in situ que permitan validar completamente esta hipótesis.

El nicho potencial descrito por el modelo completo (Figura 55) muestra una alta probabilidad de ocurrencia de *D. acuminata* principalmente en la zona sur del área, en el sur de la Isla de Chiloé, dentro de Canal Moraleda y la zona del Seno y fiordo de Reloncaví. Además se presenta una probabilidad intermedia (0.5 a 0.7) en gran parte de la zona costera disminuyendo hacia el mar interior.

En la Figura 56 se muestran los nichos potenciales para la especie obtenidos a nivel estacional; donde se observa que las zonas de alta probabilidad se concentran de forma similar a las mostradas en el modelo completo, observándose una mayor aptitud de hábitat para esta especie que para las otras dos en estudio, lo que hablaría de una mayor tolerancia y adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales pudiendo presentar una presencia casi permanente en la zona durante los diferentes periodos del año.

El nicho potencial descrito por el modelo completo (Figura 59) muestra una alta probabilidad de ocurrencia de *A. catenella* principalmente en la zona sur del área, en el sur de la Isla de Chiloé y dentro de Canal Moraleda y la zona de fiordos teniendo un comportamiento similar al expresado por *A. catenella* de acuerdo al modelo completo. Adicionalmente el modelo capta un umbral de probabilidad (>0.2) de presencia de *D. acuta* en la zona del Seno de Reloncaví, lo que de acuerdo a lo aclarado por IFOP (Anexo 1. [Acta de Reunión 8](#)), se puede dar bajo condiciones particulares lo que habla de un buen modelo de distribución potencial.

Validación de los modelos

Modelo Bio-Oracle

Luego de la validación de expertos se debe considerar que el hecho de que exista una aptitud significativa para la presencia de las especies no necesariamente va a estar asociado a altas abundancias de la misma, sino más bien a la probabilidad de que esta pueda ser encontrada ahí con niveles de abundancia o densidades variables. Teniendo presente lo anterior, se determina que sería clave ver la posibilidad futura de incorporar forzantes físicos dentro de la modelación (ej. Velocidad de corrientes, dirección, etc.), debido a que gran parte de la distribución general de los ensambles de fitoplancton están condicionados por movimientos advectivos y las condiciones físicas de la columna de agua. Tener esto en consideración podría complementar de mejor forma la modelación.

La contribución establecida por los modelos tiende a coincidir con diferentes estudios realizados por IFOP¹², sobre todo en relación a la temperatura y la salinidad. Sin embargo hay que tener precaución en la lectura de ciertas variables, ejemplo clorofila a dado que los organismos modelados (dinoflagelados) son los menores contribuyentes de clorofila. No obstante es un buen proxy para la detección de ensambles o acoples de diferentes organismos donde estos organismos también se encuentran.

Hay que tener cuidado en la interpretación del modelo de *D. acuminata*, ya que si bien, la distribución modelada con MaxEnt es coherente; la biología del organismo y su comportamiento agrupado en láminas delgadas en la zona de la picnoclina establecen una dificultad en su modelación. Esto, sumado a que en general se dispone donde encuentra los organismos claves en su proceso de alimentación, lo cual no ha sido completamente estudiado.

PMMR

Adicionalmente se considera evaluar la posibilidad de realizar modelaciones considerando la estacionalidad que se conoce de la especie, la que es variable dependiendo de la región, zona de estudio y escala de análisis. Además de considerar elementos que permitan considerar las condiciones físicas de la columna de agua (ej. mezcla, estratificación) y otras variables relacionadas con la hidrodinámica. Al margen de esas observaciones, se vio que la importancia

¹² Presentados y discutidos en el contexto de la reunión

de variables como temperatura y salinidad es similar a la obtenida por estudios realizados por IFOP, correspondiendo también los umbrales de preferencia.

Entre las consideraciones principales a trabajo futuro, se establece modelar bajo escenarios ambientales en los que se conoce se han desarrollado floraciones de los dinoflagelados y se sabe que las condiciones ambientales fueron diferentes (ej. 2002, 2009, 2016) para captar de mejor forma la complejidad de la distribución. Junto con esto, se establece como necesario a futuro incluir variables provenientes de modelos hidrodinámicos para mejorar los modelos de distribución además de considerar nuevos registros de presencia en zonas oceánicas y variables ambientales asociadas.

3.2. Objetivo específico 2. Incorporar al actual sistema de visualización y los modelos geoestadísticos, la totalidad de la información generada en las estaciones de muestreo del Programa de Mareas Rojas.

A continuación se muestra el desarrollo del objetivo 2, que se compone de 3 fases fundamentales para su cumplimiento que son: (i) revisión, estandarización y normalización de planillas de información del PMMR de IFOP para las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes; (ii) creación de bases de datos estandarizadas compatibles con el SIG de SUBPESCA y (iii) generación de modelos de interpolación para las zonas restantes del área que engloba el presente proyecto.

En el siguiente apartado se describen las actividades desarrolladas que forman parte de la fase (i) de este objetivo considerando la revisión de las bases de datos proporcionadas por SUBPESCA y el proceso de estandarización y normalización de estas bases. De forma adicional se presenta en los anexos (Anexo 3. [Objetivo 2](#)) el trabajo realizado sobre la base de datos del proyecto ASIPA, el cual no se encuentra en las bases técnicas de este proyecto pero se incorporó a partir de un requerimiento particular del mandante (Anexo 1. [Acta Reunión 1](#)).

3.2.1 Estructuración de la base de datos

La incorporación de la información completa de las 3 regiones monitoreadas por el PMMR contempló una revisión de las planillas Excel entregadas por el mandante de cada una de las siguientes variables:

- Abundancia relativa
- Temperatura ambiente (aire)
- Viento
- Salinidad
- Temperatura del mar
- Oxígeno disuelto
- Clorofila_a
- Toxinas (VAM/VPM/VDM)

Esta revisión involucró un proceso de normalización que consta de la anulación de los formatos y extracción de la información de interés. Cabe señalar, que las planillas Excel no normalizadas entregadas tienen en su mayoría estructuras y nomenclaturas distintas (por ejemplo, a veces se indica fecha al día, otra como mes, otra con el número de crucero), están muy dispersas en varias hojas de cálculo, existiendo complejidad en ordenar y confeccionar las planillas Excel normalizadas integradas por variables biológicas y ambientales. La Figura 84 muestra ejemplos de las distintas configuraciones de las planillas Excel no normalizadas originales.

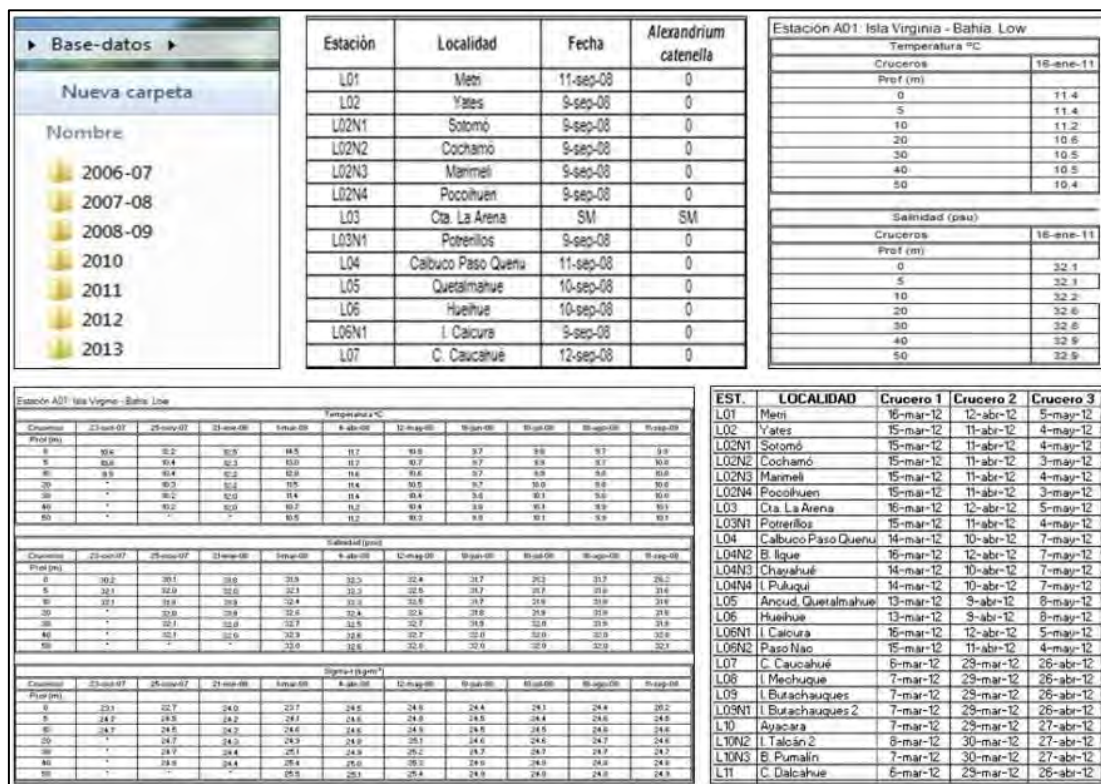


Figura 84. Ejemplo de diversas configuraciones de las planillas Excel no normalizadas.

La inclusión de esta información a los modelos vectoriales consideró las variables abundancia y toxinas principalmente. De acuerdo a lo estipulado en reunión de coordinación con SUBPESCA e IFOP (Anexo1. [Acta Reunión 3](#)) se estableció separar las estaciones de monitoreo en alta y baja frecuencia, en lugar de subprogramas como subprogramas, ya que podía conducir a un trabajo extra y a generar una visión poco clara de lo que se pretendía desplegar.

Por otro lado, debido a la configuración geográfica presente en la zona de Aysén y Magallanes (fiordos, canales, etc.) y a la distribución de las estaciones de monitoreo se exploraron modelos de interpolación y la viabilidad de los mismos en estas zonas de forma separada a la zona FIP 2014-76. Esto con el fin de generar productos válidos para la difusión y el análisis espacial de los fenómenos.

3.2.1.1 Proceso de estandarización de la base de datos

Las tablas de datos entregadas por el mandante se ordenaron y sistematizaron considerando los formatos y formas de las tablas Excel elaboradas en la primera etapa del proyecto (FIP 2014-76). En la Figura 85 se observa la estructuras de las tablas Excel, a través de un ejemplo que muestra las tablas de origen y la tabla normalizada de la variable abundancia relativa para ser ingresada a la base de datos SIG (en Anexo 3, [objetivo 2](#)) se presenta la comparación de la tabla de datos de origen y la tabla resultante estandarizada para cada una de las variables del estudio).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
2	Abundancia relativa de especies tóxicas y potencialmente tóxicas en la región de Aysén durante el 06 crucero de Agosto - Septiembre de 2010											
3	Estación	Localidad	Fecha	<i>Alexandrium catenella</i>	<i>Dinophysis acuminata</i>	<i>Dinophysis acuta</i>	<i>Pseudo-nitzschia cf. australis</i>	<i>Pseudo-nitzschia cf. pseudodelicatissima</i>	<i>Alexandrium ostenfeldii</i>	<i>Protoceratium reticulatum</i>	<i>Prorocentrum craspioides</i>	<i>Prorocentrum micans</i>
4	A01	I Virginia-B. Low	05.sep.-10	1	1	0	1	1	0	1	0	0
5	A02	Repólat-C. Puquillo	05.sep.-10	0	1	0	0	0	1	0	0	0
6	A03	Pto. Bamentos	06.sep.-10	0	1	0	0	0	1	0	0	0
7	A04	I. Julia-G. Peligroso	05.sep.-10	1	1	0	1	2	1	1	0	0
8	A05	I. Ovalada	06.sep.-10	0	0	0	0	0	0	1	0	0
9	A06N1	I. Valverde	06.sep.-10	1	1	0	0	1	1	0	0	0
10	A06	Lago Brazo Pillán 1	01.sep.-10	0	1	0	0	0	0	0	0	0
11	A07	Canal	01.sep.-10	0	1	0	0	0	0	0	0	0
12	A08	Repólat-C. Las Islas	01.sep.-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	A08N1	Matín	01.sep.-10	0	0	0	0	0	1	0	0	0
14	A08N2	Playa Corta	31.ago.-10	0	0	0	0	1	0	0	0	0
15	A09	Sto. Domingo	31.ago.-10	0	0	0	0	1	0	0	0	0
16	A10	Añhué	31.ago.-10	0	0	0	0	1	1	1	0	0
17	A10N1	Añhué interior	31.ago.-10	0	0	0	0	0	1	1	0	0
18	A11	Melincoyú	31.ago.-10	0	0	0	0	1	1	0	0	0
19	A12	S. Cala	02.sep.-10	0	1	0	0	0	0	0	0	0
20	A12N1	S. Cala interior	02.sep.-10	0	1	0	0	0	0	1	0	0
21	A13	I. Tolo	02.sep.-10	0	0	0	1	2	0	0	0	0
22	A14	S. Miller	02.sep.-10	1	1	0	1	3	1	0	0	0
23	A15	I. Manuel	02.sep.-10	0	0	1	0	2	0	0	0	0
24	A16	I. Gamma Zafra-C. Yacaf	02.sep.-10	1	1	0	2	2	1	1	0	0
25	A17	I. Bobadilla-S. Soto	02.sep.-10	1	1	0	1	2	0	1	0	0
26	A18	Pta. Calkayaman	31.ago.-10	2	0	0	0	1	0	0	0	0
27	A18N1	Isla Adico	29.ago.-10	0	0	0	2	2	0	0	0	0
28	A18N2	S. Canadad	29.ago.-10	0	1	0	0	0	0	0	0	0
29	A18N3	S. Medico	03.sep.-10	1	0	0	0	0	0	0	0	0
30	A19	S. Magdalena	03.sep.-10	0	0	1	2	2	0	0	0	0
31	A19N1	S. Ventsquero 1	03.sep.-10	0	0	0	0	1	0	0	0	0
32	A19N2	S. Ventsquero 2	03.sep.-10	0	1	0	0	2	0	0	0	0

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	CODIGO_EST	FCH_CRUC	MES	AÑO	AL_CAT	DINO_ACUM	DINO_ACUT	PSEUDO_AUST	PSEUDO_PSEUD	PROTO_RETI	AL_OSTEN	PROTO_CRAS	PRORO_MIC
2	L01	25-04-2010	ABRIL	2010	0	2	0	1	3	0	1	0	0
3	L02	29-04-2010	ABRIL	2010	0	6	0	0	1	0	0	0	0
4	L02N1	29-04-2010	ABRIL	2010	0	5	0	0	2	0	0	0	1
5	L02N2	30-04-2010	ABRIL	2010	0	2	0	0	0	0	0	0	1
6	L02N3	29-04-2010	ABRIL	2010	0	7	0	0	0	0	0	0	0
7	L02N4	30-04-2010	ABRIL	2010	0	3	0	0	0	0	0	0	0
8	L03	28-04-2010	ABRIL	2010	0	2	0	0	2	1	1	0	0
9	L03N1	28-04-2010	ABRIL	2010	0	4	0	0	0	0	0	0	0
10	L04	24-04-2010	ABRIL	2010	0	1	0	3	4	0	1	0	0
11	L04N1	25-04-2010	ABRIL	2010	0	2	0	0	3	0	1	0	0
12	L04N2	25-04-2010	ABRIL	2010	0	0	0	1	2	0	1	0	0
13	L04N3	24-04-2010	ABRIL	2010	0	1	0	5	5	0	1	0	0
14	L04N4	24-04-2010	ABRIL	2010	0	1	0	4	5	1	1	0	0
15	L05	27-04-2010	ABRIL	2010	0	9	0	2	3	0	1	0	0
16	L06	27-04-2010	ABRIL	2010	0	3	0	0	0	0	0	0	0
17	L06N1	28-04-2010	ABRIL	2010	0	3	0	0	2	0	1	0	0
18	L07	21-04-2010	ABRIL	2010	0	1	0	1	2	0	1	0	0
19	L08	21-04-2010	ABRIL	2010	0	1	0	4	7	0	0	0	0
20	L09	21-04-2010	ABRIL	2010	0	0	0	2	3	0	0	0	0
21	L10	21-04-2010	ABRIL	2010	1	0	0	1	5	0	1	0	0
22	L10N1	20-04-2010	ABRIL	2010	0	0	0	1	2	0	0	0	0
23	L10N2	20-04-2010	ABRIL	2010	0	0	0	1	3	0	1	0	0
24	L10N3	20-04-2010	ABRIL	2010	0	1	0	2	3	0	2	0	0

Figura 85. Comparación tabla de origen (a) y tabla normalizada (b) para la variable abundancia relativa.

Los registros por variable de estudio de las mediciones realizadas en las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes, la frecuencia de los cruceros por período así como también la cantidad de estaciones con registro se muestran en la Tabla 24.

Tabla 24. Frecuencia de cruceros y número de estaciones por variable y período de medición

Periodo de medición	VARIABLES	Frecuencia cruceros	Número de estaciones
2006 - 2007	Abundancia relativa/ clorofila_a	10	148
	Temperatura ambiente		48
	VAM/VPM		146
	VDM		108
2007 – 2008	Abundancia relativa/ clorofila_a	10	151
	Temperatura ambiente	9	
	VAM/VPM / VDM	10	
2008 - 2009	Abundancia relativa/ temperatura ambiente/ clorofila_a / VAM/VPM /VDM	10	151
	Oxígeno disuelto		150
2010	Abundancia relativa/ temperatura ambiente/ oxígeno disuelto/ clorofila_a	9	173
	VAM/VPM /VDM		171
2011	Abundancia relativa/ clorofila_a	12 c. regulares 1 c. especial	190
	Temperatura ambiente/ oxígeno disuelto		172
	VAM/VPM /VDM		171
2012	VAM/VPM /VDM	12	189
	Abundancia relativa/ temperatura ambiente/ oxígeno disuelto/ clorofila_a		199
2013	Abundancia relativa/ temperatura ambiente/ oxígeno disuelto/ clorofila_a	11 c. regulares 30 c. de vigilancia 30 c. Raúl Marín Balmaceda	201
	VAM/VPM /VDM	11 c. regulares	177
2014	Abundancia relativa/ temperatura ambiente/ oxígeno disuelto/ clorofila_a	11 c. regulares 31 c. de vigilancia 31 c. Raúl Marín Balmaceda	201
	VAM/VPM /VDM	11 c. regulares	169

3.2.1.2 Observaciones generales por variable

A continuación se presentan por variable las observaciones generales más recurrentes encontradas en las bases de datos que fueron normalizadas. No obstante, el reporte detallado de observaciones y errores de la revisión de datos se puede ver en Anexo 3, [objetivo 2](#)

- **Abundancia relativa:** La nomenclatura para *Alexandrium catenella*, *Dinophysis acuta* y *Dinophysis acuminata*, especies consideradas en la primera parte del proyecto se mantuvieron, agregándose siete especies más (Tabla 25). La modificación de nombres de campos se hizo acorde a la estructura propuesta por SOPORTA Ltda (Anexo 1. [Acta de Reunión 6](#)).

Tabla 25. Especies y nomenclatura abundancia relativa

Especie	Nomenclatura
<i>Alexandrium catenella</i>	ARALEXCATE
<i>Alexandrium ostenfeldii</i>	ARALEXOSTE
<i>Alexandrium cf. tamarense</i>	ARALEXTAMA
<i>Dinophysis acuminata</i>	ARDINOACUM
<i>Dinophysis acuta</i>	ARDINOACUT
<i>Protoceratium reticulatum</i>	ARPROTRETI
<i>Pseudo-nitzschia cf. australis</i>	ARPSEUAUST
<i>Pseudo-nitzschia cf. pseudodelicatissima</i>	ARPSEUPSEU

Para la totalidad del periodo con registros, si bien para las especies *Alexandrium catenella*, *Dinophysis acuta*, *Dinophysis acuminata*, *Alexandrium ostenfeldii*, *Protoceratium reticulatum*, *Pseudo-nitzschia cf. Australis*, *Pseudo-nitzschia cf.* y *Pseudodelicatissima*, los registros son constantes, para las especies *Protoperidinium crassipes*, *Prorocentrum micans*, *Alexandrium cf. tamarense* son irregulares. En el caso de *Protoperidinium crassipes*, no hay registro para la Región de Magallanes en el periodo 2006-2007, para la Región de Los Lagos en el 2010, y para ninguna región el 2011 y 2012. Para *Prorocentrum micans*, no hay registro en ninguna región en 2012, 2013 y 2014, y el 2011 no tiene registro para la Región de Magallanes.

Finalmente los registros de *Alexandrium cf. tamarense*, comienzan el 2011 en las Regiones de Aysén y Magallanes, se cancelan el 2012 y vuelven para los años 2013 y 2014. En la Región de Los Lagos, el registro comienza el 2012 y presenta continuidad hasta el 2014.

- **Temperatura ambiente (aire):** Los registros son continuos y solo están ausentes en el periodo 2006-2007 para la Región de Los Lagos y Aysén.
- **Viento:** Período 2006-07 se dispone de pocos registros de velocidad del viento en una parte importante de los cruceros realizados lo que presenta un vacío de información importante en este período. No dispone de datos de fechas y éstas se indican en rangos por lo que se recurrió a las tablas de abundancia relativa para completar todo los datos posibles.
- En el 2013 se observa un cambio en el protocolo de almacenamiento de la dirección del viento pasando de nombres descriptivos (N, S, E, etc.) a una representación numérica del ángulo.
- **Salinidad y temperatura del mar:** En términos generales, las tablas presentaron las siguientes observaciones:
 - Ausencia de datos en las mediciones a medida que aumenta la profundidad.
 - Registros completos sin datos ni fechas.
 - Mediciones de temperatura en tablas de salinidad y viceversa.
 - Se corrige la codificación de estación *Isla Broken*, debido a que en las tablas se identifica con la codificación de la estación *Isla Olga*.
- **Oxígeno disuelto:** Complejidad de la estructura, dispersión y formato de las tablas originales, además no en todos los cruceros se contó con información completa y clara.
- **Clorofila *a*:** La nomenclatura empleada para efectos de la incorporación en la Geodatabase está dada por:

CL_0: Clorofila *a* a cero metros. La misma nomenclatura se aplica para todas las profundidades, hasta los 100 m de registro.
- **Toxinas:** Veneno amnésico y paralizante de los mariscos (VAM/VPM) y veneno diarreico de los mariscos (VDM) para especies centinelas: La frecuencia de cruceros

para cada periodo/año de medición y la cantidad de estaciones con registros para los diferentes periodos se muestran en la Tabla 24. Los detalles por año de errores encontrados se pueden ver en Anexo 3, [objetivo 2](#).

3.2.2 Migración de bases de datos para la totalidad de las estaciones de monitoreo

Luego del proceso descrito en la sección anterior (ver sección 3.2.1 *Estructuración de la base de datos*), se desarrollaron bases de datos espaciales de archivo (FileGDB) que responden de forma compatible con el actual sistema de SUBPESCA. Se generaron 8 fileGDB correspondientes al periodo de registro del PMMR, 2006-2014/2015 conteniendo todas las tablas separadas por crucero para las variables ambientales. Cada tabla se encuentra inicialmente codificada de la siguiente forma:

- TEMP_AMB_CX_20XX → Temperatura ambiente
- TEMP_MAR_CX_20XX → Temperatura del mar
- OX_CX_20XX → Oxígeno disuelto
- CLOROFILA_CX_20XX → Clorofila
- VIENTO_CX_20XX → Viento
- SALINIDAD_CX_20XX → Salinidad

Se consideró la solicitud inicial de los profesionales de SUBPESCA de separar por subprogramas los datos que dispusieran de esta subdivisión; proceso que se desarrolló para los datos registrados desde el año 2013 que vienen con esta división por frecuencias y zonas de muestreo correspondientes a: (i) Subprograma Regular, (ii) Subprograma Raúl Marín Balmaceda y (iii) Subprograma de Vigilancia. Estos mantienen los códigos descritos anteriormente incorporando un “_REG”, “_RMB”, “_V” según corresponda (Figura 86).

Para el caso de la abundancia relativa se empleó la estructura de GDB entregada por SOPORTA Ltda (Anexo 1. [Acta de Reunión 6](#)), contemplando el alojamiento individual de esta variable en un registro unificado histórico (Figura 87)

Name	Type
AR_C1_2013_REG	File Geodatabase Table
AR_C1_2013_RMB	File Geodatabase Table
AR_C1_2013_V	File Geodatabase Table
AR_C10_2013_REG	File Geodatabase Table
AR_C10_2013_RMB	File Geodatabase Table
AR_C10_2013_V	File Geodatabase Table
AR_C11_2013_REG	File Geodatabase Table
AR_C11_2013_RMB	File Geodatabase Table
AR_C11_2013_V	File Geodatabase Table
AR_C12_2013_RMB	File Geodatabase Table
AR_C12_2013_V	File Geodatabase Table
AR_C13_2013_RMB	File Geodatabase Table
AR_C13_2013_V	File Geodatabase Table
AR_C14_2013_RMB	File Geodatabase Table
AR_C14_2013_V	File Geodatabase Table
AR_C15_2013_RMB	File Geodatabase Table
AR_C15_2013_V	File Geodatabase Table
AR_C16_2013_RMB	File Geodatabase Table
AR_C16_2013_V	File Geodatabase Table
AR_C17_2013_RMB	File Geodatabase Table
AR_C17_2013_V	File Geodatabase Table
AR_C18_2013_RMB	File Geodatabase Table
AR_C18_2013_V	File Geodatabase Table
AR_C19_2013_RMB	File Geodatabase Table
AR_C19_2013_V	File Geodatabase Table
AR_C2_2013_REG	File Geodatabase Table
AR_C2_2013_RMB	File Geodatabase Table
AR_C2_2013_V	File Geodatabase Table

Figura 86. Ejemplo de GDB con codificación de tablas por subprograma de monitoreo

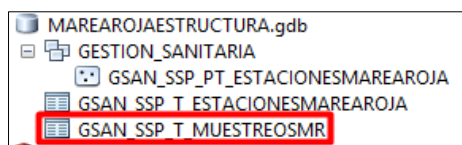


Figura 87. FileGDB exclusiva para Abundancia Relativa IFOP.

El protocolo de almacenamiento de la información en los fileGDB se rigió según los criterios definidos en el proyecto FIP 2014-76, los que fueron modificados de acuerdo a los ajustes considerados durante la etapa de revisión y diagnóstico (ver sección 3.1.1 *Base de datos FIP 2014-76*) y se disponen en Anexo 3, objetivo 2. ([Protocolo migración base de datos PMMR](#)). En la Figura 88 se dispone de una muestra de las bases de datos resultantes con el protocolo definido anteriormente. Se destaca que el protocolo de almacenamiento y migración puede ser modificado de acuerdo a los resultados y observaciones que se generen por parte de SOPORTA Ltda., de acuerdo a la gestión y actualización del sistema de SUBPESCA que se encuentra en ejecución (Anexo1. [Acta Reunión 5](#)).

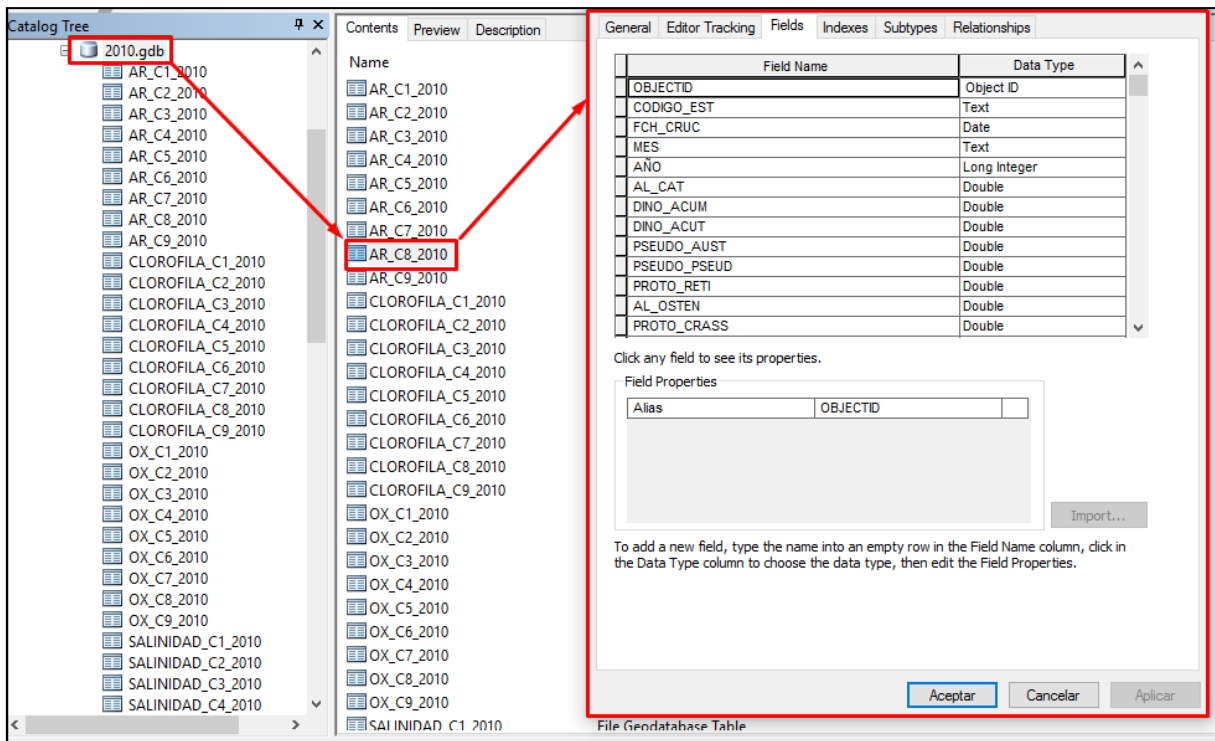


Figura 88. Ejemplo de base de datos con tablas incorporadas y nombres de campos de acuerdo a protocolo de almacenamiento y migración.

3.2.3 Periodo de ajuste de los modelos geoespaciales

Generado el ajuste de los modelos geoestadísticos para la zona asociada al proyecto FIP 2014-76 (ver sección 3.1.6.1 *Selección de datos para modelación*), se analizó la factibilidad de acoplar a esta estructura el resto de las estaciones de monitoreo. De esta forma, se evaluó la distribución espacial de las estaciones restantes del programa para las regiones de Aysén y Magallanes (Figura 89); ante lo cual se estableció generar modelos separados de interpolación debido al alto grado de dispersión presente en la distribución de las estaciones, considerando también la representatividad que las mismas puedan tener en torno a condiciones ambientales particulares, sistemas cerrados o muy oceánicos (Silva & Prego, 2002).

Todas estas estaciones corresponden al Subprograma de Monitoreo Regular y en cada región existen estaciones que no se encuentran activas a la fecha del desarrollo del PMMR (Tabla 26), por lo cual fueron descartadas de los modelos base con el fin de solo considerar las estaciones que disponen de registro de datos actualmente.

Tabla 26. Resumen de estaciones disponibles para modelos de interpolación zona sur

Región	Estado		Total general
	Eliminada	Vigente	
XI	6	51	57
XII	3	66	69
Total general	9	117	126

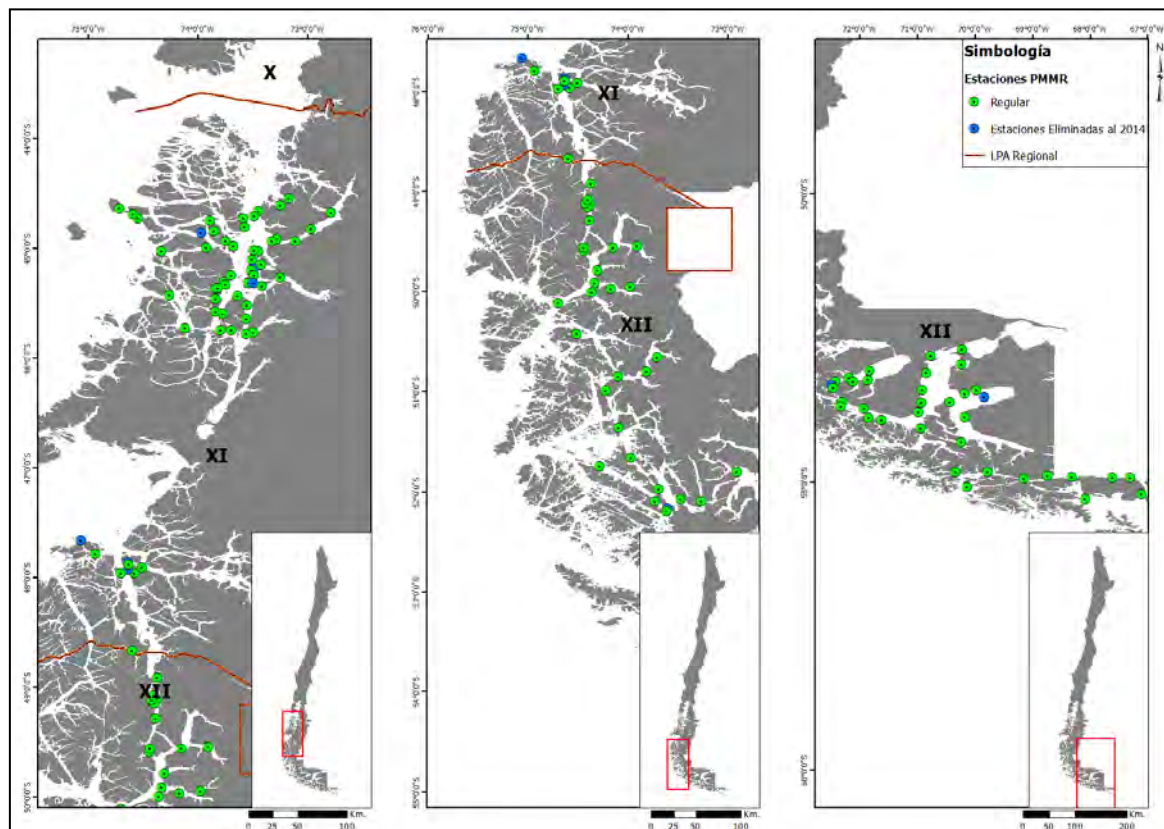


Figura 89. Distribución de estaciones PMMR para Regiones de Aysén y Magallanes disponibles al año 2014.

A partir de la distribución de las estaciones de monitoreo, se realizó una zonificación sobre las estaciones vigentes (117) considerando su distribución latitudinal. Esta zonificación se realizó en el software GeoDa 1.8.14, a través del módulo Univariate Local Moran's, obteniéndose 3 grupos a lo largo de toda la zona de estudio de acuerdo al análisis, en donde se observó una densidad mayor de estaciones en las zonas extremas del área correspondientes al límite norte de las estaciones empleadas (Región de Aysén) y en el extremo sur (Región de Magallanes).

Por otra parte, en la zona intermedia del área se observa un patrón mucho menos significativo de agrupación y una presencia menos abundante de las estaciones a lo largo de la zona de canales (Figura 90).



Figura 90. Agrupación latitudinal de estaciones PMMR realizada con GeoDA 1.8.14 para selección de grupos de interpolación zona sur.

Con el resultado del análisis de Moran's más apoyo bibliográfico (Silva y Prego, 2002) se unificaron los grupos dejando de lado algunas estaciones que, por ubicación o carencia de datos, podrían incorporar efectos no deseados en el ajuste de los diferentes modelos considerando su aporte fuertemente oceánico, lejanía respecto de los núcleos de estaciones más agrupados o vacíos de información. Con esta sectorización el total de estaciones finales corresponde a **113** estaciones vigentes.

Se subdividieron las zonas intermedias con el fin de no capturar una dinámica equivocada al momento de realizar las interpolaciones de datos. Se generaron 6 zonas finales, de las cuales 2 se encuentran en la Región de Aysén y las 4 restantes se localizan en la Región de Magallanes quedando cada zona con un número de estaciones que es especificado en la Tabla 27 y cada zona final es mostrada en la Figura 91.

Tabla 27. Resumen de estaciones por área de interpolación zona sur

ZONA	Nº de estaciones
1	46
2	5
3	18
4	10
5	24
6	10
TOTAL	113

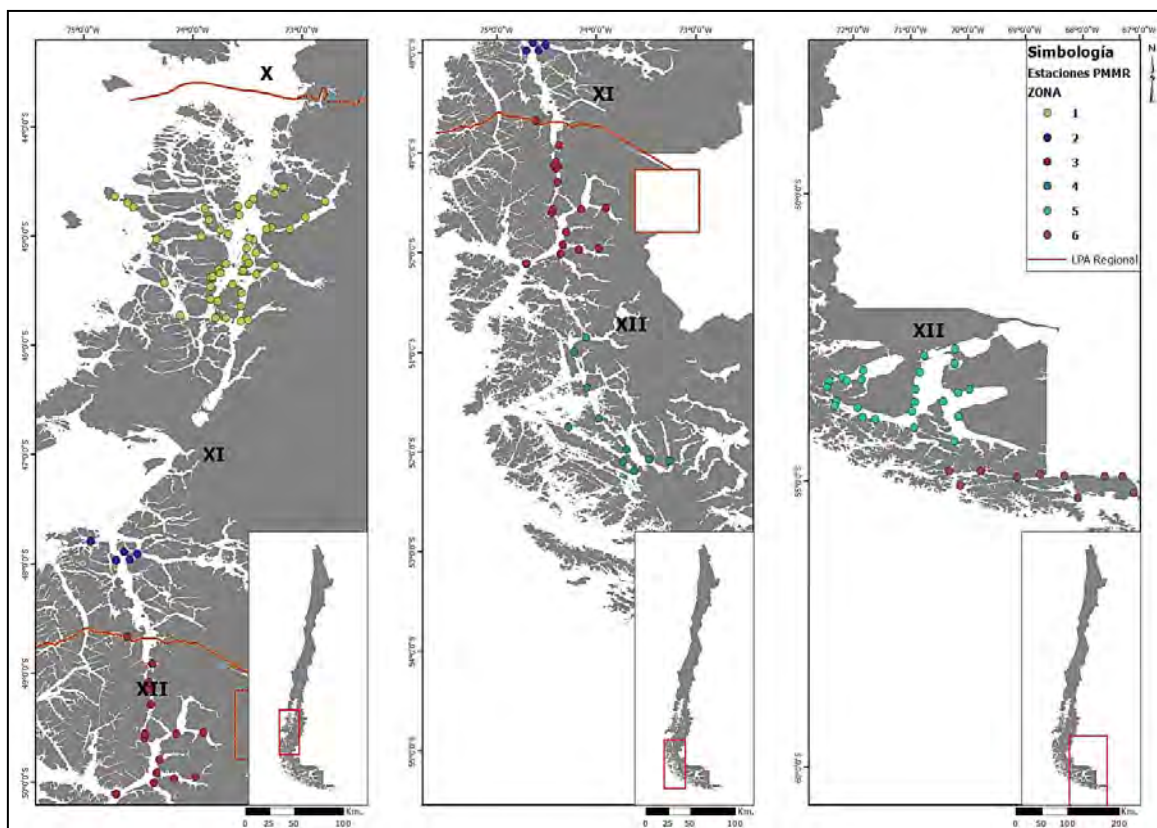


Figura 91. Estaciones finales agrupadas por zonas para la generación de plantillas de interpolación.

3.2.4 Análisis exploratorio de los datos y determinación de los parámetros de los variogramas de cada variable

Para la realización de los modelos se estableció seguir trabajando con los promedios estacionales generados para el año 2013, manteniendo la consistencia con los ajustes realizados para la zona norte del área (ver sección 3.1.6.1 *Selección de datos para modelación*) considerando este año como base de acuerdo a su comportamiento normal conforme al CPC en base al Índice del Niño Oceánico (Tabla 11).

Acorde a la cantidad de estaciones consideradas por cada zona (Tabla 27) se estableció explorar métodos adecuados, ya que no se cumple con el número mínimo recomendado para realizar modelaciones geoestadísticas. Se utilizó el método Inverse distance weighted (IDW)¹³ dado que este presenta cierta consideración espacial (distancia entre puntos) y permite un grado de regulación del parámetro de *power* asociado a la influencia de los puntos lejanos en la generación de la interpolación de los datos, pudiendo regular de alguna manera la función de ajuste a nivel de distancia pero no direccional.

La selección de los modelos adecuados se basó principalmente en la obtención de un valor de RMS bajo, ya que a diferencia de los modelos de kriging, este no proporciona estadísticos adicionales o el valor del error estándar asociado a la interpolación. Es por esto que el modelo para estas zonas ve afectada su estructura inicialmente en torno a las salidas generadas por el mismo, considerando la salida de interpolación, más la capa vectorial de la validación cruzada exclusivamente. Finalmente, se construyeron las máscaras que fueron empleadas como base para definir el área de interpolación válida (Figura 92); se emplearon polígonos de Thiessen para obtener una influencia aproximada de cada estación en el área de estudio y se filtraron ciertas zonas que podrían conducir a extrapolaciones y aumentar el error de los modelos. La construcción final de las máscaras se realizó a partir de la línea de costa empleada por la UOT de SUBPESCA la cual fue proporcionada para el desarrollo de este procedimiento, con el fin de mantener una integridad espacial adecuada la información espacial generada.

¹³ Para la zona 1 se explorará kriging ya que es la zona que dispone de mayor número de estaciones

A continuación se presentan los resultados generales de las modelaciones realizadas para la generación de las plantillas base de interpolación para las 6 zonas modeladas. Se presentan los principales resultados obtenidos de la modelación y ejemplos de una variable para demostrar el resultado espacial.

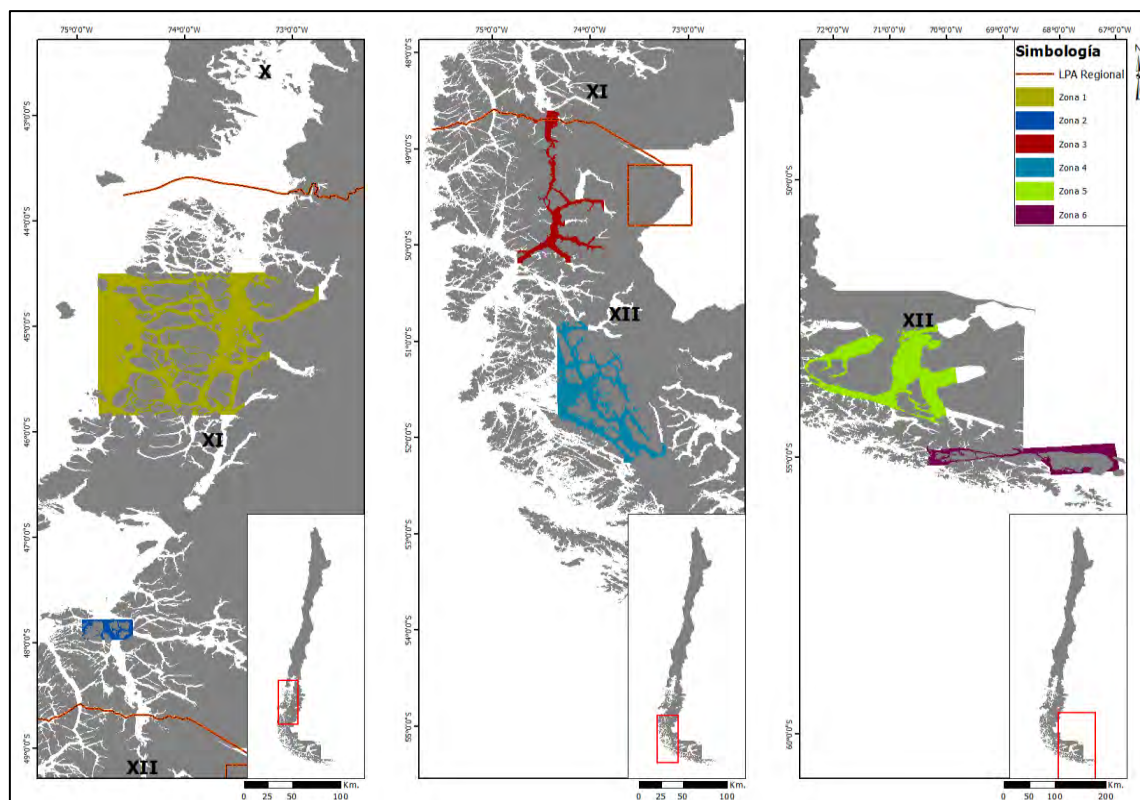


Figura 92. Zonas generadas a mediante polígonos de Thiessen, a partir de estaciones PMMR.

3.2.4.1 Modelación Zona 1

En el caso de la zona 1 (48 estaciones) se dispuso la exploración de modelos geoestadísticos similares a los realizados para la zona FIP 2014-76. Se realizaron plantillas que son seleccionables dentro de la herramienta y que disponen de los parámetros prefijados para la modelación y respectiva salida ráster de interpolación. Se realizó el AEDE sobre los datos para determinar los criterios de definición adecuados de transformación en caso de ser necesarios empleando el test de Anderson-Darling; además se calculó la distancia de vecindad promedio para establecer una base de modelación espacial quedando en un valor de 10000 m y un patrón espacial de tipo aleatorio ($p = 0.297214$, $z = -1.042427$ confianza del 95%).

Una vez determinados los parámetros iniciales se realizó la modelación y generación de las plantillas geoestadísticas para las variables en estudio en la interfaz geoestadística de ArcGis, estableciéndose los respectivos modelos. En la Tabla 28 y la Tabla 29 se presenta el resumen de los modelos empleados en cada plantilla estacional; cabe destacar que cuando no se pudo realizar una modelación empleando kriging debido a la falta de autocorrelación espacial (“pure nugget effect”, Vetter *et al.*, 2012) se reemplazó el método por uno de carácter determinístico (IDW) para poder generar la capa continua de interpolación. En las Figura 93 y Figura 94 se ve un ejemplo de los productos estacionales generados a partir de la modelación y de la distribución de errores estándar respectivamente.

Tabla 28. Resumen de modelos de interpolación geoestadísticos aplicados en la zona 1

Temperatura ambiente				
	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA
Samples	43		46	46
Mean	0.0988		0.0076	-0.1601
Root-Mean-Square	1.2012		1.0427	1.3022
Mean Standardized	0.0584		0.0169	-0.1244
Root-Mean-Square Standardized	0.9304		1.0368	1.1324
Average Standard Error	1.2822		0.9433	1.0679
Temperatura del mar				
	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA
Samples	43		45	45
Mean	0.0495		0.0085	0.0572
Root-Mean-Square	0.5090		0.1509	0.4811
Mean Standardized	0.0570		0.0358	0.1225
Root-Mean-Square Standardized	1.0764		1.0674	1.3107
Average Standard Error	0.4534		0.1412	0.3317
Oxígeno disuelto (0 - 10 metros)				
	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA
Samples	43	46	46	46
Mean	-0.0410	0.0163	0.0100	0.1563
Root-Mean-Square	0.5499	0.4563	0.2695	0.8504
Mean Standardized	-0.0605	0.0092	0.0223	0.1997
Root-Mean-Square Standardized	1.0776	1.1052	1.0636	1.3976
Average Standard Error	0.5020	0.3965	0.2289	0.5423
Clorofila a (0 - 10 metros)				
	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA
Samples	43	46	46	46
Mean	-0.0570	0.1926	0.0158	0.0299
Root-Mean-Square	1.6795	2.1347	0.6770	0.9465
Mean Standardized	-0.0956	-0.0199	-0.0804	-0.0375
Root-Mean-Square Standardized	1.2800	1.1705	1.1688	1.1348
Average Standard Error	1.2512	2.8526	0.6226	0.8087

Tabla 29. Resumen de modelos de interpolación determinísticos aplicados en la zona 1

Temperatura ambiente		
ESTACIÓN	POWER	RMS
OTOÑO	1.2	1.13
Temperatura del mar		
ESTACIÓN	POWER	RMS
OTOÑO	1.5	0.29
Velocidad del viento		
ESTACIÓN	POWER	RMS
VERANO	1.8	1.1
OTOÑO	1.3	1.56
INVIERNO	1.3	0.95
PRIMAVERA	1.74	1.04
Salinidad superficial		
ESTACIÓN	POWER	RMS
VERANO	5	3.45
OTOÑO	3.15	1.62
INVIERNO	3	1.28
PRIMAVERA	5	1.07
Salinidad (0 - 10 metros)		
ESTACIÓN	POWER	RMS
VERANO	1.5	2.27
OTOÑO	3.15	1.62
INVIERNO	8.84	1.22
PRIMAVERA	3	1.17

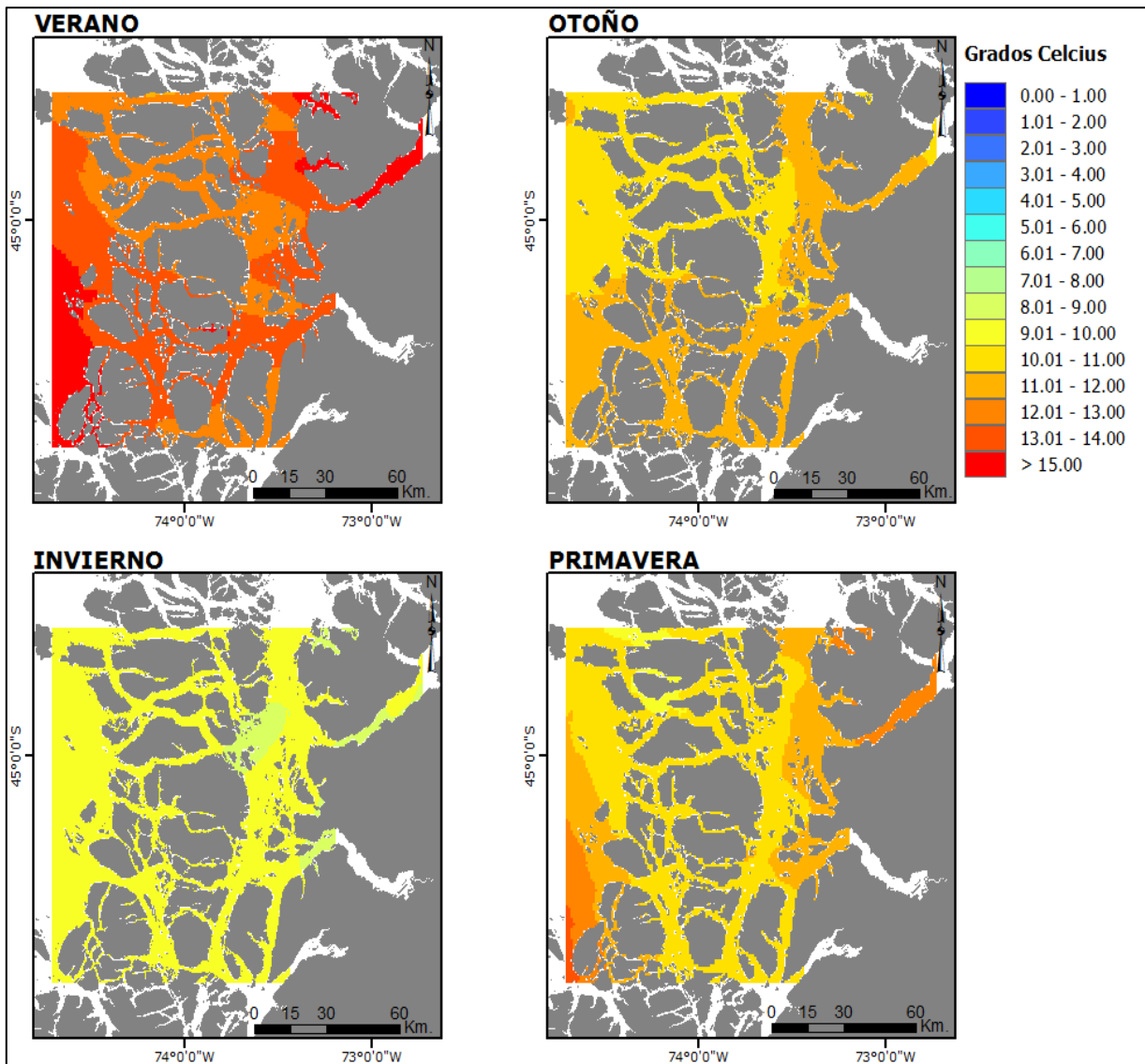


Figura 93. Ejemplo mapa de predicción de temperatura del mar estacional (0-10 m) para el año 2013, zona 1.

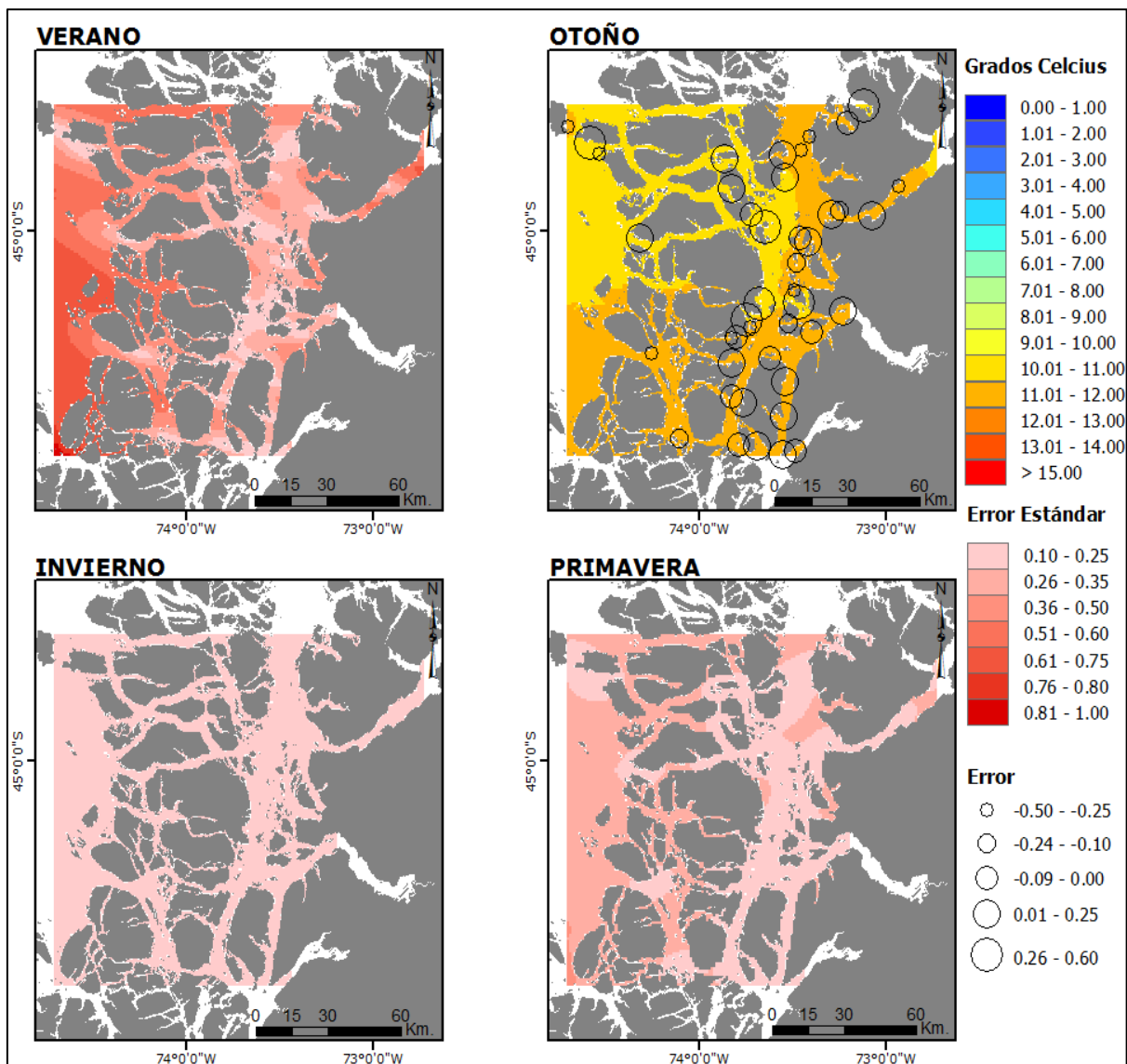


Figura 94. Ejemplo mapa de distribución del error estándar asociado a la predicción de temperatura del mar estacional (0-10 m) para el año 2013, zona 1.

En la Figura 94 se observa que en general los errores estándar son bajos y tienden a ser mayores en la zona más oceánica. En el caso de la estación de otoño no se pudo realizar la modelación mediante kriging, se presenta como proxy del error asociado al error resultante de la validación cruzada obtenida desde la herramienta.

3.2.4.2 Modelación Zona 2, Zona 3, Zona 4, Zona 5 y Zona 6

Las zonas 2, 3, 4, 5 y 6 disponen de un número limitado de estaciones de muestreo (Tabla 27), por lo cual se construyó un modelo de interpolación determinístico a partir de IDW para todas las variables en estudio.

Este modelo de interpolación está basado en la distancia inversa ponderada y predice valores para las celdas del ráster a partir de una cantidad determinada de puntos de muestra, calculando promedios en función de la vecindad de cada celda de procesamiento. De esta forma, mientras más cerca está un punto del centro de la celda que se está estimando, más influencia tendrá en el proceso de cálculo promedio.

En la elaboración de estos modelos, es posible controlar la influencia de los puntos conocidos en los valores interpolados basándose en la distancia desde el punto de salida, parámetro conocido como “*Potencia o Power*”. De acuerdo a la literatura, no hay forma de determinar un valor óptimo de *power*, por lo que los modelos elaborados se orientaron en seleccionar el *power* donde el error absoluto medio mínimo se encuentra en su punto más bajo. Además de controlar la significancia de los puntos, también es posible indicar la cantidad máxima y mínima de vecinos a considerar y así controlar el radio de búsqueda.

En la construcción de estos modelos se estipula como único control de error disponible la salida de validación cruzada (vectorial), la cual se muestra a través de un resumen de los modelos ajustados con los respectivos estadísticos de error, para cada estación, por cada una de las zonas interpoladas con este método (Anexo 3. Objetivo 2. [Resumen de parámetros modelos de interpolación zonas 2 a la 6](#)). A modo de ejemplo, en el Anexo 3, objetivo 2. ([Ejemplos mapas de predicción](#)), se muestran los modelos estacionales de temperatura superficial del mar.

Discusiones Objetivo 2

A partir de las observaciones de las plantillas de interpolación de la zona sur y la marcha blanca de los modelos, respecto de la modelación de la zona 1 en adelante, se realizó empíricamente la modelación para la interpolación espacial de las zonas restantes que contienen información del PMMR. En esta se aprecia que no existe una continuidad que permita captar la variabilidad espacial total existente y, a su vez, la agrupación por zonas deja un número inadecuado de

estaciones para modelaciones e interpolaciones espaciales de gran complejidad y mayor confianza espacial y estadística.

De acuerdo a lo descrito, los RMS observados para las diferentes zonas donde se usó IDW son bajos, sin embargo se contempla que a nivel técnico resulta inadecuada la aplicación de modelos de interpolación con estos datos debido al nivel de dispersión (cantidad de estaciones y escasez de datos) y a la configuración espacial de los diferentes grupos registrados. Por otra parte, el método de interpolación utilizado se basa en la distancia euclidiana estándar (sin considerar barreras) siendo lo ideal la utilización de la distancia euclidiana a través del agua (Murphy *et al.*, 2009; Figura 95).

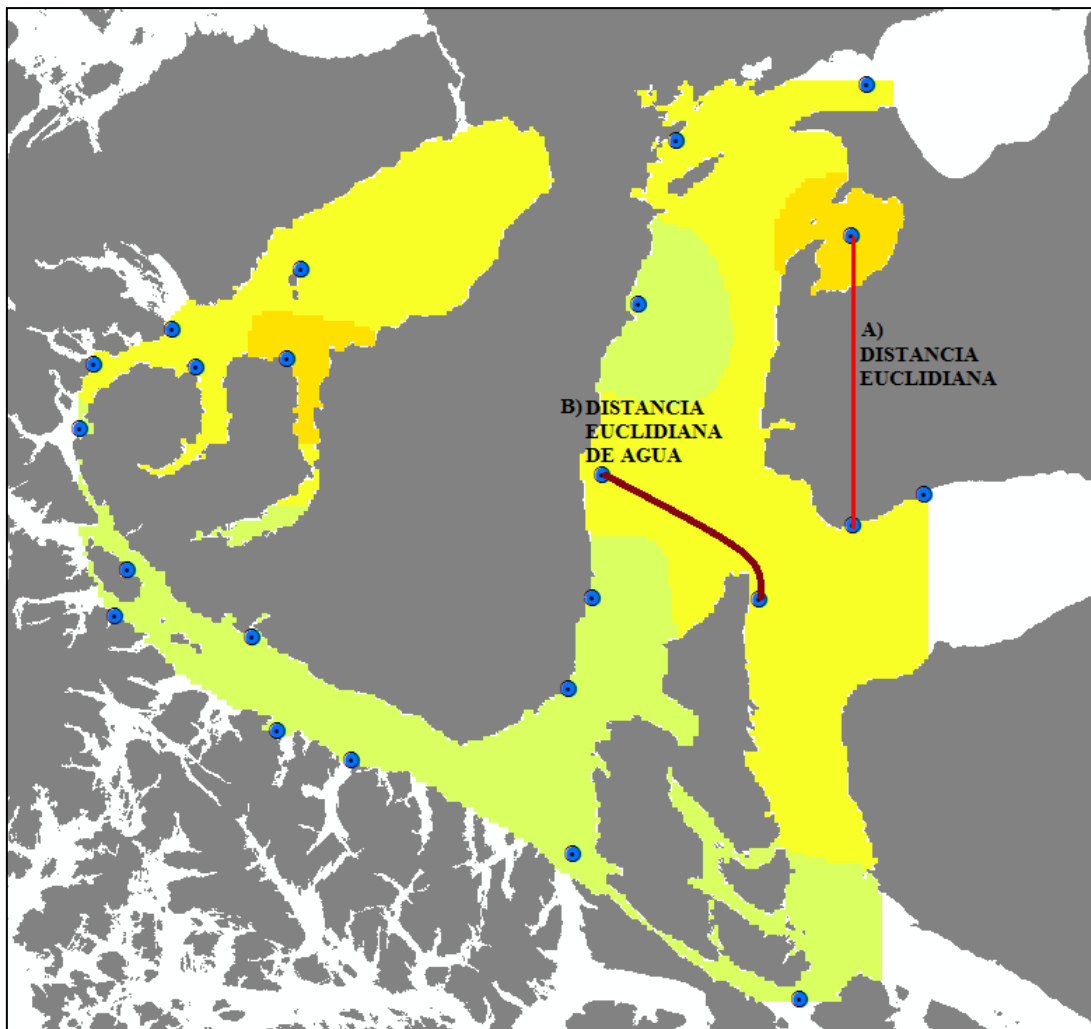


Figura 95. Ejemplo del uso de la distancia euclidiana mediante IDW (A) y como debiese ser capturada la relación (B)

Para la generación de grillas espaciales se realizó una transferencia de las estructuras de modelación (plantillas geoestadísticas), y toolbox REPLA versión Beta con estructuras de espacialización vectorial y ráster. Se realizó por parte del equipo consultor una explicación e instalación de las herramientas y su funcionamiento en un equipo de trabajo de la Unidad de Ordenamiento Territorial de SUBPESCA; dejando de esta forma la opción de realizar pruebas de performance de los modelos y sus respectivas salidas de interpolación. Se realizaron pruebas en los modelos con el fin de corregir cualquier inconveniente de funcionamiento. El Sr. Jorge Naranjo quedó como el responsable de esta herramienta y de realizar pruebas de funcionamiento adicional con el fin de generar observaciones de ser requeridas para incorporarlas en la herramienta final (Anexo 1. [Acta de Reunión 7](#)).

De existir la necesidad de generar una grilla continua para estos datos, se recomienda utilizar el resultado como una muestra de la tendencia general de la variable y no como una predicción exacta, estadísticamente adecuada.

3.3. Objetivo específico 3. Incorporar al actual sistema de visualización todas las abundancias larvales de las especies monitoreadas por el Programa de Monitoreo de Mitílidos.

A continuación, se presentan los resultados al incorporar los datos del Programa de Monitoreo de Mitílidos de IFOP, se consideró los protocolos de compatibilidad del SIG de SUBPESCA (similares a los empleados en el objetivo específico 2) que involucraron un proceso de revisión, estandarización y normalización de la información original, y la construcción de un modelo semiautomatizado de espacialización vectorial de los datos acoplado al modelo REPLA v2.0.

3.3.1. Entrega de datos

La información se entregó en formato Excel (*.xlsx), las planillas están compuestas por información de carácter cuantitativo distribuida en registros: Larvas D mitílidos , Chorito umbonado, Chorito con mancha ocular, Cholga umbonada, Cholga con mancha ocular, Choro umbonado y Choro con mancha ocular (Tabla 30). Como se observa en la tabla resumen antes mencionado, cada Estación de muestreo presenta tres réplicas.

Tabla 30. Resumen tabla de programa de monitoreo y vigilancia de disponibilidad larval de mitílidos

Etapa	Crucero	Estación de muestreo		Fecha	Larvas D mitílidos			Chorito umbonado		
		Código	Nombre		réplica1	réplica 2	réplica 3	réplica 1	réplica 2	réplica 3
2013-2014	1	L03	Cta. La Arena	07-abr.-13	374	613	340	19	19	10
2013-2014	2	L03	Cta. La Arena	11-abr.-13	77	60	664	3	8	56
2013-2014	3	L03	Cta. La Arena	23-abr.-13	340	477	340	272	681	681
2013-2014	4	L03	Cta. La Arena	01-may.-13	1464	2519	1157	0	306	0
2013-2014	5	L03	Cta. La Arena	13-may.-13	374	545	170	170	102	34
2013-2014	6	L03	Cta. La Arena	11-jun.-13	0	0	0	0	0	0
2013-2014	7	L03	Cta. La Arena	17-jul.-13	0	0	0	68	17	34
2013-2014	8	L03	Cta. La Arena	12-ago.-13	4953	4894	5549	0	0	85
2013-2014	9	L03	Cta. La Arena	03-sep.-13	43	43	51	9	0	9
2013-2014	10	L03	Cta. La Arena	25-sep.-13	2043	2860	1906	1634	2996	2451
2013-2014	11	L03	Cta. La Arena	07-oct.-13	21787	6536	4494	152511	16340	18247
2013-2014	12	L03	Cta. La Arena	13-oct.-13	1838	2247	1906	2723	2655	2723
2013-2014	13	L03	Cta. La Arena	26-oct.-13	0	0	0	0	0	0
2013-2014	14	L03	Cta. La Arena	31-oct.-13	34	34	0	0	0	0
2013-2014	15	L03	Cta. La Arena	09-nov.-13	170	272	477	102	34	204

Por otra parte, se entrega información de localización geográfica del área de estudio, topónimos y georreferenciación de los sitios de muestreo (Tabla 31).

Tabla 31. Localización geográfica del área de estudio.

Región	Zona	N° Estación	Estación	Latitud (S)	Longitud (W)
10	Fiordo/Seno Reloncaví	L02N2	Cochamó	41 29 47 S	72 18 41 W
		L02	Yates	41 41 31 S	72 23 39 W
		L03	Caleta La Arena	41 41 16 S	72 38 39 W
		L01	Metri	41 35 48 S	72 42 20 W
		L04N2	Bahía Ilque	41 37 19 S	73 04 23 W
		L04	Calbuco	41 48 26 S	73 10 02 W
	Mar interior Chiloé	xx	Hornpirén	42 00 50 S	72 29 15 W
		xx	Pichicolo	42 02 24 S	72 36 15.5 W
		L10	Ayacara	42 19 25 S	72 47 27 W
		L11	C. Dalcahue	42 22 00 S	73 35 39 W
		L12	I. Quehui	42 36 58 S	73 31 51 W
		L18	Yaldad	43 08 33 S	73 42 12 W
		L19N1	Yelcho	43 10 50 S	73 34 58 W
11	Estero Pitipalena	A06	Laja Brazo Pillán 1	43 45 15 S	72 49 50 W
		A08	Repollal - E. Las Islas	43 45 55 S	72 54 15 W
		A08N1	Mallín	43 47 16 S	72 56 03 W
	Aysén Norte	A18N1	Isla Atilio	44 22 32 S	73 17 39 W
		A20	Puyuhuapi	44 49 30 S	72 58 10 W
		A36	Isla Sierra	44 43 37 S	73 35 02 W
		A38N1	Isla Jesús	44 44 40 S	73 53 13 W
		A38N2	Isla Rowlett	44 43 50 S	74 32 47 W
	Aysén Sur	A32	Isla Vergara	45 11 57 S	73 30 44 W
		A49	Canal Darwin	45 27 31 S	73 50 19 W
		A27	Estero Quitralco	45 45 50 S	73 29 26 W
A26		Isla Canquenes	45 43 31 S	74 06 51 W	

3.3.2. Revisión de información

Una vez entregadas las bases de datos se procedió a revisar las planillas Excel entregadas por el mandante. Terminado el proceso de revisión se generó una capa vectorial que permitió visualizar la espacialización de la data.

La capa vectorial generada tiene una extensión espacial que abarca las 2 regiones que se encuentran monitoreadas por el programa. El área de estudio se localiza entre la Región de Los lagos y la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo. En la Figura 96 se grafica lo anteriormente expuesto, utilizando como referencia geodésica el Datum WGS-84.

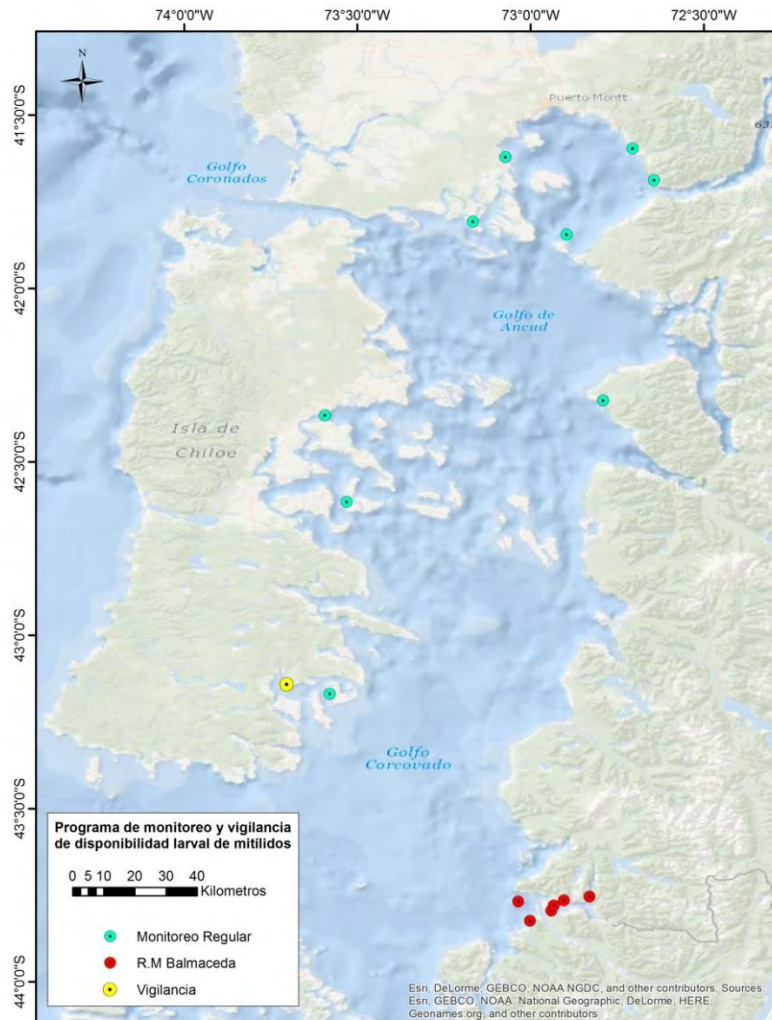


Figura 96 . Área de estudio proyecto Monitoreo Mitílidos, ejemplo 2013-2014.

3.3.3. Estructuración y normalización de las planillas Excel

La normalización de las tablas consistió en la transformación de formatos y extracción de la información en este caso la totalidad de los datos para las 3 especies de mitílidos de interés comercial. Para efectos de integrar la información de las réplicas, se calcularon los promedios de las réplicas para cada estación. Cabe señalar que esta decisión ha sido tomada por el equipo ejecutor del proyecto en concordancia con el mandante sobre el protocolo de tratamiento de esta información (Anexo 1. [Acta de Reunión 3](#)).

En la Tabla 33 se presentan los resultados de la estructuración de la información proporcionada, donde se ha dispuesto de una nomenclatura acorde a lo solicitado por los

profesionales de SUBPESCA con el fin de establecer un formato para los archivos Excel que fuera compatible con los modelos y con los ingresos a ArcGis.

Así mismo, se presenta el resumen para las tres etapas y sus respectivos cruceros, donde la Etapa III (2015-2016) comprende el mayor número de cruceros (Tabla 32).

Tabla 32. Número de cruceros por etapa

Etapa	Número de cruceros
Etapa I	28
Etapa II	27
Etapa III	31

3.3.4. Revisión de tablas normalizadas

Se revisó y validó cada tabla, sus campos de variables y número de registros. Para ello, se toman una serie de registros de forma aleatoria y se comprueba con la planilla Excel no normalizada original si está correcta la extracción de datos. (Tabla 33).

Tabla 33. Tabla normalizada de información del programa de monitoreo y vigilancia de disponibilidad larval de mitílidos

ESTACIONID	NOMBRE	F_MUESTREO	MES	ANIO	CRUCERO	C_REGION	ARLARV	ARCHRUMB	ARCHROC	ARCHOLUMB	ARCHOLOC	ARCHOUMB	ARCHOOC
A06	Laja B. Pillán	23/3/2014	MARZO	2014	28	11	715	0	204	0	0	0	0
A07	Canal	23/3/2014	MARZO	2014	28	11	0	0	0	0	0	0	0
A08	Repollal - E. Las Islas	23/3/2014	MARZO	2014	28	11	0	613	0	0	0	0	0
A08N1	Mallín	23/3/2014	MARZO	2014	28	11	102	0	0	0	51	0	0
A08N2	Playa Corta	22/3/2014	MARZO	2014	28	11	0	0	0	0	204	0	0
A08N3	I. Tres Hermanas	23/3/2014	MARZO	2014	28	11	0	0	0	0	0	0	0
L01	Metri	21/3/2014	MARZO	2014	28	10	204	0	102	0	0	0	0
L03	Cta. La Arena	23/3/2014	MARZO	2014	28	10	102	0	0	0	0	0	0
L04	Calbuco	26/3/2014	MARZO	2014	28	10	409	817	0	204	0	0	0
L04N2	Bahía Ilque	20/3/2014	MARZO	2014	28	10	0	0	0	102	102	0	0
L06N2	Paso Nao	22/3/2014	MARZO	2014	28	10	1838	613	409	409	204	0	0
L10	Ayacara	17/3/2014	MARZO	2014	28	10	204	613	204	0	0	204	0
L11	C. Dalcahue	17/3/2014	MARZO	2014	28	10	2043	0	409	0	0	0	0
L12	I. Quehui	18/3/2014	MARZO	2014	28	10	0	306	0	51	0	0	0
L18	Yaldad	18/3/2014	MARZO	2014	28	10	0	768	384	384	0	0	0
L19N1	Yelcho	18/3/2014	MARZO	2014	28	10	0	0	0	0	0	0	0

De esta forma se aseguró la integridad de la información y se corroboró que no haya habido un error en los trasposos de información de las planillas Excel originales a las nuevas planillas. Para efectos que los formatos de los archivos Excel que fuera compatible con los modelos y con los ingresos a ArcGis y que los modelos funcionen con tablas de datos almacenadas en un Geodatabase, se configuró la nomenclatura correspondiente:

- Larvas D mitílicos (ARLARV),
- Chorito umbonado (ARCHRUMB),
- Chorito con mancha ocular (ARCHROC),
- Cholga umbonada (ARCHOLUMB),
- Cholga con mancha ocular (ARCHOLOC),
- Choro umbonado (ARCHOUMB)
- Choro con mancha ocular (ARCHOOC)

3.3.5 Productos cartográficos a partir de un modelo semiautomatizado de espacialización vectorial.

Los productos cartográficos para el Programa de Monitoreo de Mitílicos se generaron en base a la información de densidades para los distintos cruceros.

Si bien es cierto, la información disponible no permite elaborar mapas de interpolaciones como es el caso de las variables ambientales, si es posible elaborar cartografía que represente espacial y temporalmente la disponibilidad larval de mitílicos.

En este contexto, se modificó el Modelo de Despliegue Vectorial de Abundancias Relativas para generar las salidas simbolizadas considerando las escalas de densidad de larvas de mitílicos.

Este modelo establece la necesidad de ingresar el campo de las de Estaciones de Muestreo, la Tabla de Larvas de Mitílicos (en Excel o GDB) y la especie con su respectivo estado larval. (Figura 97)

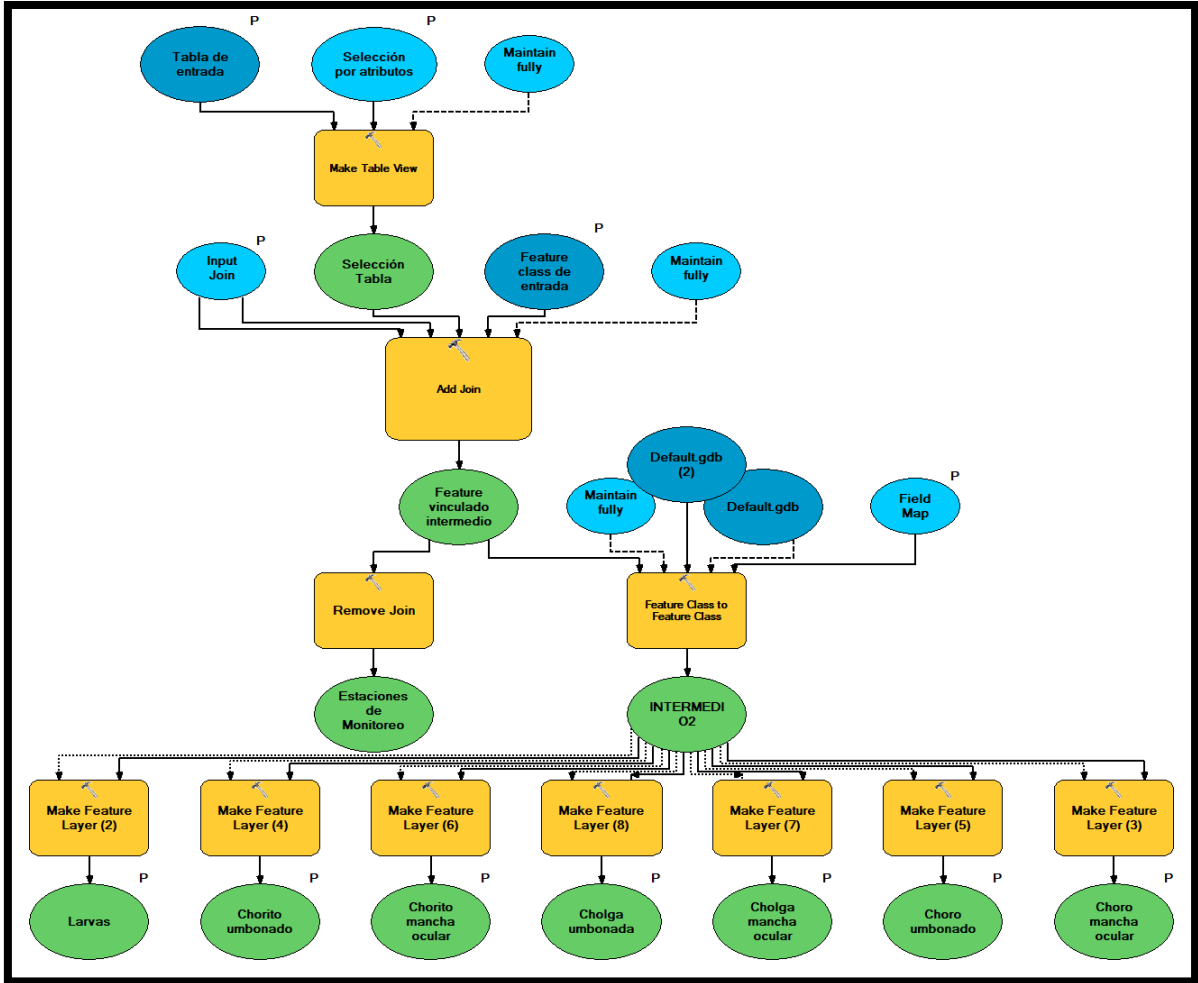


Figura 97. Modelo de espacialización vectorial Programa de Monitoreo y Vigilancia de Disponibilidad Larval de Mitílidos.

Como se mencionó anteriormente, el modelo contempla una estructura de base similar al presentado en abundancia relativa, vinculando las tablas con los datos de densidad a las estaciones base de monitoreo mediante los códigos de estación, generando una capa vectorial con su respectiva espacialización de información. Toda la información desplegada responde a una sola tabla de atributos almacenada de forma central (file GDB o GDB corporativa).

Para efectos demostrativos se presenta a continuación la siguiente figura que representa la disponibilidad de larvas de Chorito umbonado (CHR_UMB) para el Crucero 1, periodo 2013-2014. El resto de las figuras de este crucero se presentan en Anexo 4, [objetivo 3](#).

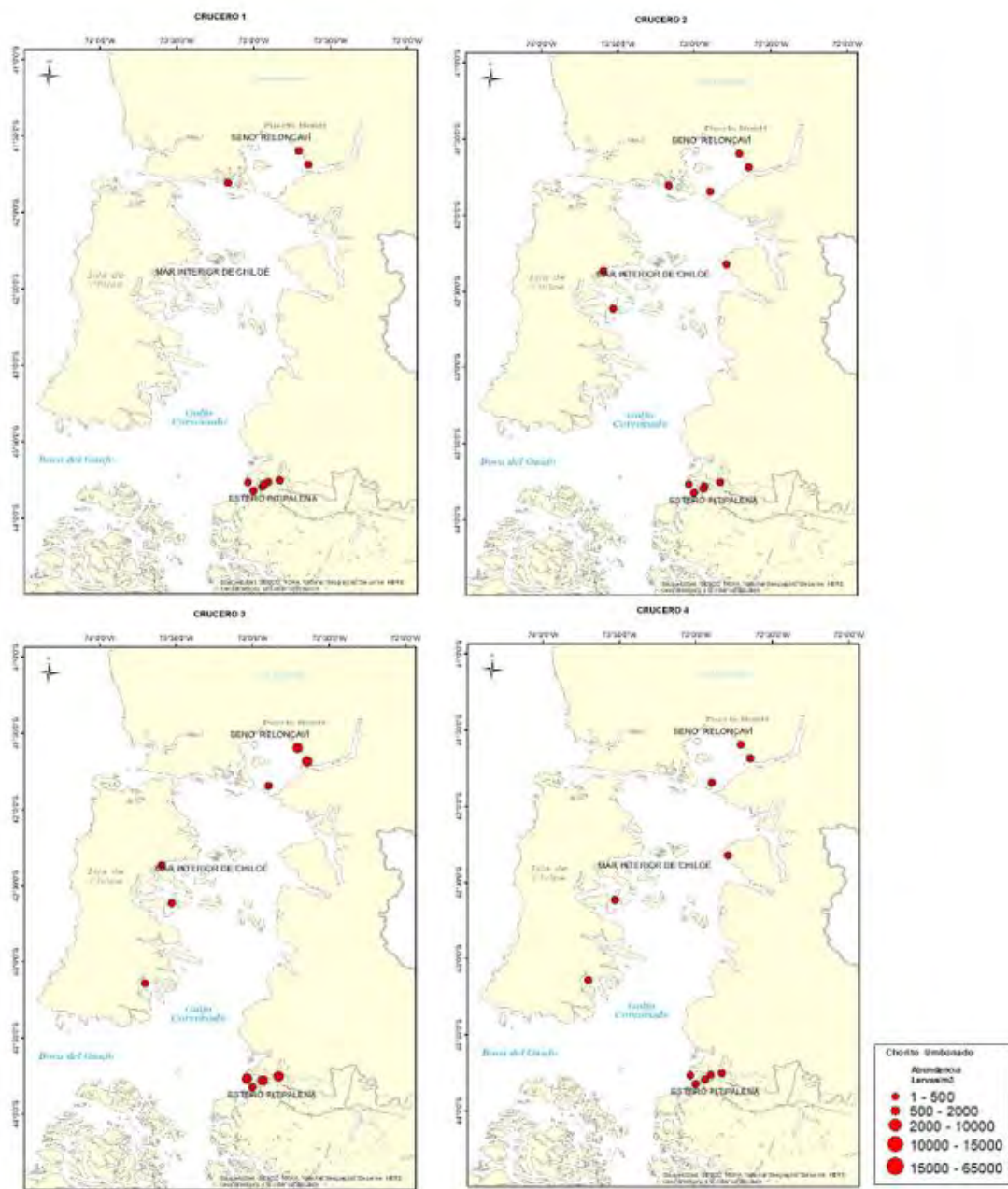


Figura 98. Cartografía de ejemplo para Chorito umbonado, período 2013-2014. Cruceros 1 al 4.

Como se observa en la Figura 99, las mayores abundancias promedio de larvas de Chorito umbonado (a) se presentan en la zona del Estero Pitipalena, donde los valores máximos llegan a las 2600 larvas/m³. El sector de Seno Reloncaví presenta valores cercanos a las 1000 larvas/m³. Las estaciones comprendidas en el Mar Interior de Chiloé registraron valores por debajo de las 100 larvas/m³.

Para el caso de larvas de Cholga umbonada (b), se presentan las mismas condiciones que Chorito, donde las mayores abundancias de larvas se registran en la zona de Estero Pitipalena llegando a valores de 2000 larvas/m³. Así mismo, Seno Reloncaví registra valores cercanos a las 500 larvas/m³. Las estaciones comprendidas en el Mar Interior de Chiloé registraron valores por debajo de las 40 larvas/m³.

La abundancia de Choro umbonado (c) presenta condiciones distintas, las mayores abundancias se registraron en la zona de Seno Reloncaví, registrando valores cercanos a las 400 larvas/m³. En Estero Pitipalena, se registraron valores por debajo de las 100 larvas/m³. Por otra parte, el Mar Interior de Chiloé los valores no superan la unidad de larvas/m³.

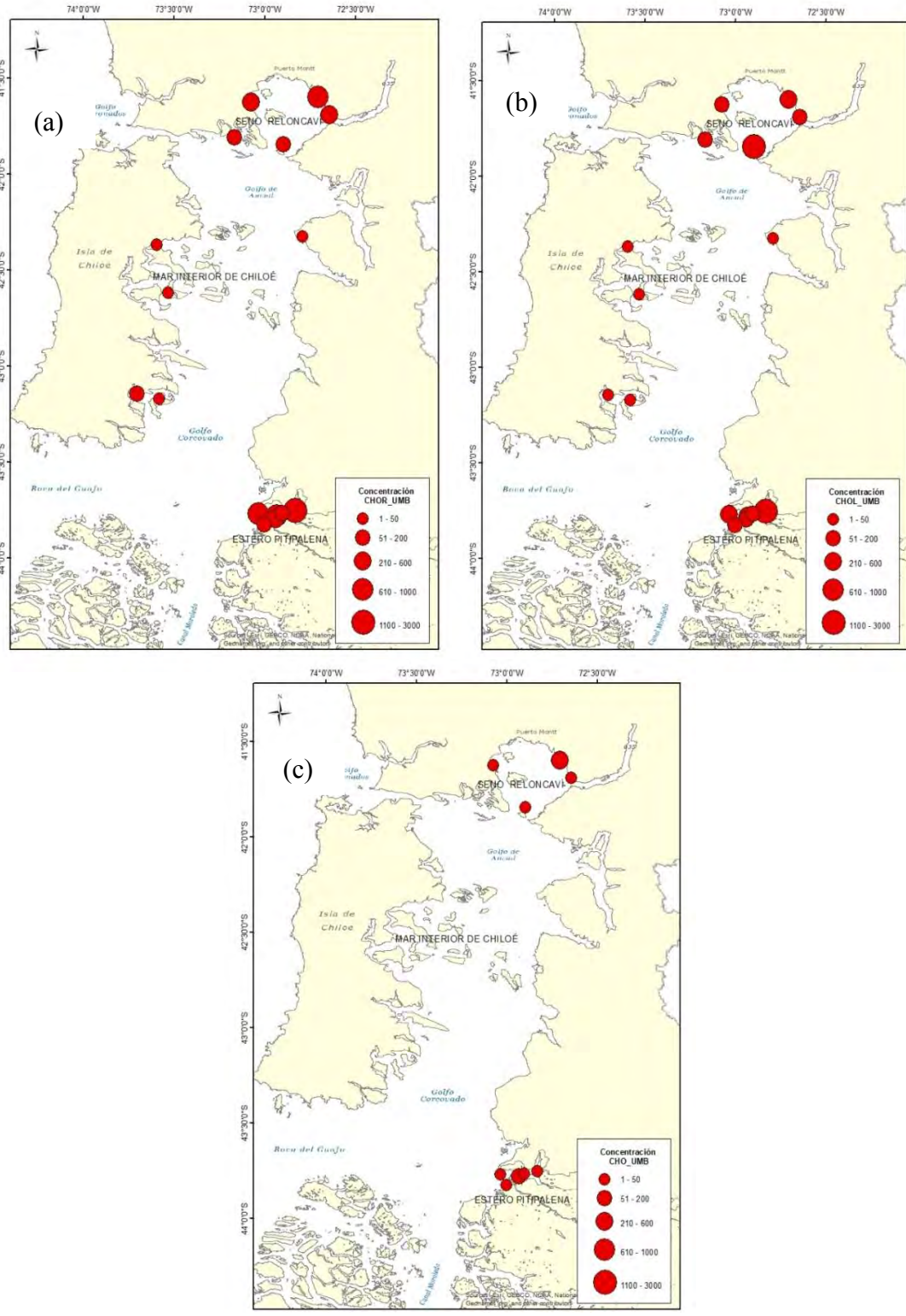


Figura 99. Abundancia promedio de Chorito umbonado (a), Cholga umbonada (b) y Choro umbonado (c) para el periodo 2013-2014.

3.4. Objetivo específico 4. Estudiar la factibilidad para incorporar información relevante desarrollada por IFOP que complemente el sistema de visualización implementado en la primera etapa.

El desarrollo de este objetivo comprendió una serie de reuniones presenciales y virtuales con los equipos de personas de SUBPESCA e IFOP a cargo del PMMR y el Programa de Monitoreo de Larvas de Mitílidos. En este contexto, en la tercera reunión de coordinación de este proyecto, realizada el 11 de noviembre 2016 (Anexo1. [Acta de Reunión 3](#)) se conversó con los profesionales de las instituciones mencionadas anteriormente respecto a las variables relevantes a ser incorporadas al sistema de visualización.

Así mismo, en el transcurso de ejecución de este objetivo se analizaron las encuestas (Anexo 5. Objetivo 4. [Encuesta de diagnóstico](#)) de diagnóstico enviadas al Departamento de Medio Ambiente de IFOP el cual se encarga de generar información cuantitativa (e.g. abundancia celular del fitoplancton) y cualitativa (presencia- ausencia de las especies de fitoplancton), como también información de variables ambientales.

Estas encuestas consideraron los aspectos más relevantes para estudiar la factibilidad de incorporar información relevante desarrollada por IFOP, complementando el Sistema de Visualización implementado en la primera etapa de este proyecto.

3.4.1 Reconocimiento de información obtenida de los análisis desarrollados por IFOP

Las encuestas fueron respondidas por:

Tabla 34. Profesionales de IFOP encuestados.

Profesional IFOP	Unidad
Oscar Espinoza González	Departamento de Medio Ambiente
Christian Espinoza Alvarado	Departamento de Medio Ambiente
David Andrés Opazo Vega	Departamento de Medio Ambiente

Los encuestados señalaron que se generan datos de tipo cuantitativo y cualitativo. Entre los primeros se destaca la abundancia celular de fitoplancton, biomasa de diatomeas y dinoflagelados, además de la medición de variables oceanográficas y ambientales, que forman parte del PMMR y que han sido descritas en los objetivos anteriores. Por otra parte, en términos cualitativos se destaca la presencia o ausencia de las especies de fitoplancton, estimadores de abundancia relativa de especies nocivas, abundancia de larvas de mitílidos y encuestas a miembros del sector mitilicultor, estos últimos pertenecen al Programa de Monitoreo de Mitílidos.

En las encuestas, se consideró consultar sobre la periodicidad de la información generada, existiendo distintos plazos de entrega:

- Mensual: Cada 30 días aproximadamente la mayor parte del año (11 cruceros en un año) en estaciones de Región de los Lagos, Aysén y Magallanes.
- Cada 10 días en las zonas de vigilancia ubicadas en el sur de Chiloé, norte de Aysén y Raúl Marín Balmaceda.
- Diaria: Se hace referencia a información satelital que IFOP sube a su sistema de Webmapping. Se utilizan imágenes Modis Aqua, Landsat 8 Oli, composición de imagen MUR y esporádicamente Sentinel 1 y 2.

Cabe señalar la importancia que ha tomado para IFOP la posibilidad de representar información espacial como servicio de WebMapping, lo cual ha llevado a la implementación de este servicio a través de <http://ifop.maps.arcgis.com/home/index.html>, cuyo objetivo es el incorporar para cada crucero de vigilancia de mareas rojas la información de la abundancia relativa de las especies nocivas, a modo de reportes, y que estos puedan ser analizados en el contexto geográfico, además de proveer de capas (imágenes satelitales) que facilitan su relación con variables ambientales.

En este contexto, el equipo de UOT ha señalado la importancia que sea la propia SUBPESCA quien suba a su Servidor Institucional la información de los Programas de monitoreos de mareas rojas y larvas de mitilidos, evitando la duplicidad de entrega o difusión de información.

3.4.1.1 *Procesamiento de la información*

Los encuestados señalan que la información levantada en los distintos programas de monitoreo es procesada en primera instancia con softwares de manejo de datos como son: Excel, R (como entorno y lenguaje de programación) y SigmaPlot para las gráficas. Así mismo, manejan herramientas para análisis exploratorio y estructural de datos que incluye estimaciones y simulaciones geoestadísticas, donde los softwares utilizados son GS+ y Geostatistical Analyst (extensión de ArcGis).

Es importante señalar que el procesamiento de imágenes satelitales implica la utilización de programas especializados como SEADAS 7.2, SNAP Desktop y S1 Toolbox (de código abierto). Finalmente, los datos son manejados en ArcGis-ArcINFO 10.4 lo cual permite representar datos vectoriales y Ráster para los distintos usuarios del Departamento de Medio Ambiente de IFOP.

3.4.2 *Identificación de información posible de incluir en la visualización en un ambiente SIG*

Como se señaló anteriormente, la información es generada en el proceso de ejecución de los PMMR y de Larvas de Mitilidos, los datos son ordenados y procesados fundamentalmente en planillas Excel (.xls) para ser subidos posteriormente en formato PDF. Esta es la información que entrega IFOP a SUBPESCA en el marco de los programas de monitoreo anteriormente mencionados.

En la Tabla 35 se especifican los formatos de salida para los distintos procesos de información, incluyendo aquella que es generada por IFOP para el complemento de sus análisis (principalmente la de origen satelital y procesos geoestadísticos).

Tabla 35. Formatos de salida para la información generada por IFOP.

Información generada	Formato de salida
Programa de monitoreo de Marea Roja (variables ambientales, presencia o ausencia de las especies de fitoplancton, estimadores de abundancia relativa de especies nocivas)	Excel, CSV, Shape, PDF
Larvas de Mitilidos	Excel, CSV, Shape
Clorofila satelital	Ráster (Raster dataset, Grid, TIFF)
Temperatura Superficial del Mar (satelital)	Ráster (Raster dataset, Grid, TIFF)
Servicios de Webmapping	JSON

Los formatos de salida son almacenados en FileGeodatabase, tanto para la información vectorial como para las de tipo ráster. Se trabaja en este formato dado que los datos de una *Geodatabase* son almacenados directamente en sistemas gestores de bases de datos comerciales (Microsoft Access para *Geodatabase* personal y Oracle, IBM DB2, SQL Server o Informix para *Geodatabase* corporativa) o en sistemas de ficheros, éstos constituyen un repositorio común, único y centralizado para todos los datos geográficos.

La información vectorial es generada a partir de formatos en Excel, los cuales son incorporados posteriormente al SIG en formato nativo Shape. Actualmente, el formato CSV es posible incorporarlo directamente en ambiente ArcGis Online. Para la información generada como tipo ráster, se trabaja con productos tipo Raster Datasets, GeoTIFF, GRID, JPG y NetCDF.

Para los Servicios WebMap, los productos generados en formato JSON y SOAP con interface REST, SOAP, Sitemap y Geo Sitemap. La información para el WebMap Server se almacena en servidor institucional a la cual se accede vía On-line o por escritorio remoto.

3.4.3 Obtención de gráficas compatibles con el sistema de visualización implementado

La obtención de gráficas compatibles con el sistema de visualización implementado por el equipo de SUBPESCA implica definir la factibilidad que tienen los distintos formatos de salida de información para trabajar en ambiente ArcGis Online. En la Tabla 36 se analiza cada formato con su respectiva factibilidad de incorporación en el portal, teniendo como base las compatibilidades que señala la página oficial de ArcGis Online (<http://doc.arcgis.com/es/arcgis-online/reference/supported-items.htm>).

Tabla 36. Formatos compatibles con portal Arcgis Online.

Formatos soportados por ArcGis Online	Factibilidad de incorporar Información generada por IFOP
Comma-separated values (CSV) file (.csv)	Factible
File geodatabase (.zip)	Factible
GeoJSON file (.geojson, .json)	Factible
Image file (.jpg, .jpeg, .png, .tif, .tiff)	Factible
Keyhole markup language (KML) file (.kml, .kmz)	Factible
Microsoft Excel document (.xls, .xlsx)	Factible
Portable Document Format (PDF) (.pdf)	Factible
Shapefile (.zip)	Factible
GRID	Factible
NETCDF	No factible

En términos generales, exceptuando el formato NETCDF, todos los formatos de información generada por IFOP son posibles de incorporar al ambiente de ArcGis Online. El formato NetCDF (Network Common Data Format) contiene suficiente información para poder saber qué clase de data se encuentra en el archivo (tipo de variable, unidades, dimensiones, institución que la creó, etc.) a diferencia de otros formatos que necesitan de un archivo adicional para su correcta interpretación. Para su incorporación al portal institucional debe ser convertido a algunos de los otros formatos ráster compatibles.

En reunión-taller con equipo de IFOP, se validaron los productos que esta institución requiere (Anexo 1. [Acta de Reunión 8](#)) y se consensuó que lo respondido en encuestas, considera la información más relevante que debiese subirse al visualizador institucional de SUBPESCA.

Se señala que la incorporación de productos satelitales como la clorofila *a* y temperatura superficial del mar debiese ser subida al visualizador en formato Ráster. Con respecto a esto último, el profesional de la Unidad de Ordenamiento Territorial de SUBPESCA señaló que esta incorporación aún está en proceso de gestión por parte de la consultora encargada (SOPORTA Ltda.) de implementar el nuevo Visualizador Institucional de SUBPESCA.

3.5. Objetivo específico 5. Caracterizar el área de estudio que abarca el Programa de Marea Roja, y proponer zonas de comportamiento similar en base a parámetros fisicoquímicos.

En la siguiente sección se presentan los resultados de recopilación de la información correspondiente, los procesamientos y análisis requeridos para la zonificación del área de estudio y se presentan los análisis espacio temporal con las variables ambientales.

3.5.1 Construcción de una Geodatabase ambiental espacio-temporal

Esta Geodatabase Ambiental Espacio-Temporal del proyecto permitirá realizar una caracterización del área de estudio y la proposición de una zonificación (zonas de comportamiento similar) en base al análisis de parámetros fisicoquímicos.

3.5.1.1 Programa de monitoreo de mareas rojas (2006-2015)

Se recolectaron las bases de datos de variables provenientes del PMMR entre las temporadas 2006 a 2015 y para las 215 estaciones de monitores. Estas bases de datos fueron recuperadas en parte del proyecto FIP N°2014-76 (Marea Roja Fase 1) y las demás fueron entregadas por SUBPESCA durante este proyecto. Una vez normalizadas, se aplicaron modelos de espacialización para generar Geodatabases. Posteriormente y una vez generadas las bases de datos geoespaciales, se realizaron los análisis espaciales vectoriales para proponer zonas de comportamiento similar en base a los parámetros físicos y químicos.

3.5.1.2 Imágenes satelitales 2002-2015

Se adquirieron y construyeron las bases de datos ambientales espacio-temporales (junio 2002 a diciembre 2015) de imágenes satelitales mensuales del tipo ráster (imágenes) o matrices

georreferenciadas procesadas en formato SIG. A continuación, se detalla la información ambiental satelital, fuentes, resolución espacial y período de estudio.

a) Temperatura superficial del mar (TSM): Se descargaron (<http://mur.jpl.nasa.gov/>) 167 imágenes mensuales TSM MUR en formato NetCDF para el período junio 2002 hasta abril 2016. Las imágenes fueron importadas, procesadas y analizadas con TerrSet utilizando el módulo IDRISI GIS Analysis y Earth Trends Modeler (ETM) que permite modelar y analizar las tendencias de la Tierra y la dinámica de los ecosistemas. Las imágenes TSM representan matrices de 1750 columnas por 2500 filas para el área comprendida entre los 80-66°W y 40-60°S y la metadata asociada a cada imagen se puede observar en la Figura 100 donde se muestra un ejemplo para la imagen SST promedio de junio de 2002.

Metadata	
Name	2002-06
File format	IDRISI Raster A.1
File title	Sea Surface Temperature
Data type	Real
File type	Binary
Columns	1750
Rows	2500
Ref. system	Latlong
Ref. units	Degrees
Unit dist.	1.0000000
Min. X	-80
Max. X	-66
Min. Y	-60
Max. Y	-40
Pos'n error	Unknown
Y Resolution	0.008
X Resolution	0.008
Min. value	0
Max. value	18
Display min	0
Display max	18
Value units	Degree_c
Value error	Unknown
Flag value	-999.0000000
Flag def'n	Missing data
Legend cats	0
Categories	
Lineage	"File created from NetCDF
Completeness	
Consistency	
Comment	

Figura 100. Ejemplo de los metadatos de la imagen TSM MUR de junio 2002.

A modo de ejemplo en la Figura 101 se muestran las imágenes TSM importadas y procesadas en TerrSet del mes de enero de los años 2003 y 2016.

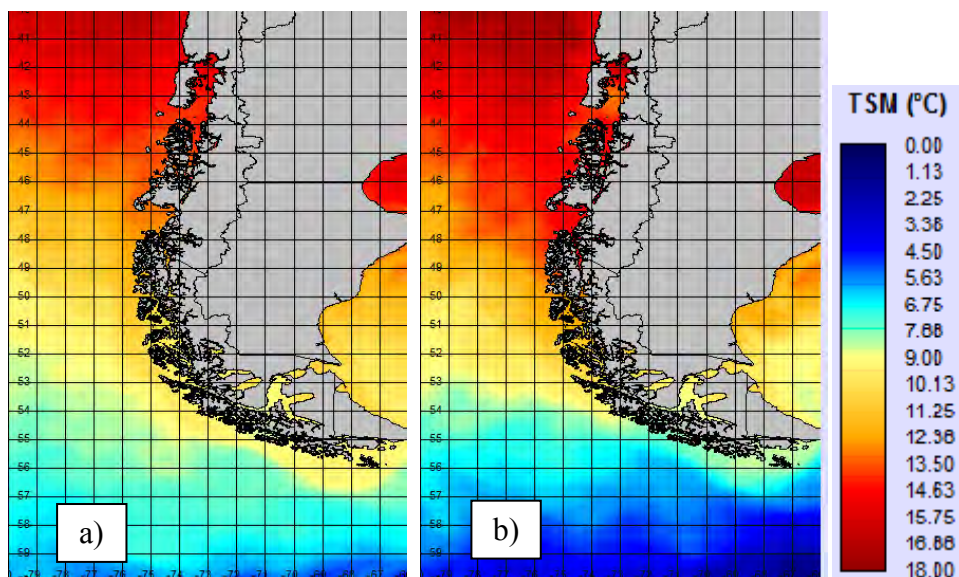


Figura 101. Ejemplo de imágenes TSM MUR importadas a TerrSet de enero 2003 (a) y enero 2016 (b).

b) Concentración de clorofila *a* (C_{loa}): Se descargaron (<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>) 127 imágenes mensuales C_{loa} MODIS (junio 2002-diciembre 2012) y 36 C_{loa} VIIRS (2013-2015) de 4x4 km en formato NetCDF. Las imágenes fueron importadas, procesadas y analizadas con SeaDAS y TerrSet. Las imágenes C_{loa} (4x4 km resolución) resultantes representan matrices de 336 columnas por 480 filas para el área comprendida entre los 80-66°W y 40-60°S. A modo de ejemplo, en la Figura 102 se muestran las imágenes C_{loa} MODIS de 4x4km importadas y procesadas en TerrSet del mes de enero de los años 2003 y 2011, como así también una imagen C_{loa} VIIRS de 4x4 km de enero 2015.

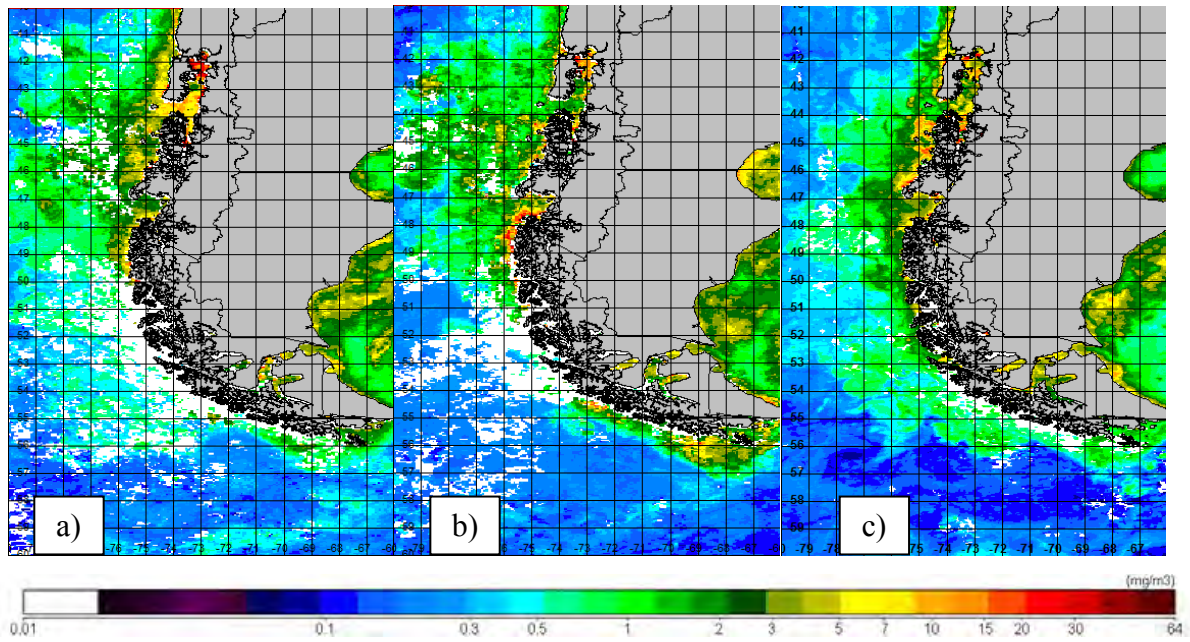


Figura 102. Ejemplo de imágenes Cloa MODIS de 4x4 km importadas y procesadas en TerrSet de enero 2003 (a) y enero 2011 (b) y Cloa VIIRS de 4x4 km de enero 2015 (c).

Adicionalmente, se descargaron (<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>) y procesaron 584 imágenes diarias Cloa VIIRS de 1x1 km de 2013 a 2015 (Figura 103a) como así también 36 imágenes (<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/cgi/l3>) mensuales VIIRS de 4x4 km (Figura 102c). Con las imágenes diarias Cloa VIIRS (1x1 km) se obtuvieron 36 imágenes promedios mensuales (ver ejemplo en Figura 103a). Con el objetivo de hacer composiciones entre las dos imágenes para ganar pixeles con información principalmente para la zona de canales y fiordos, se usaron las herramientas TerrSet para remuestrear las imágenes Cloa VIIRS de 4x4 km llevándolas a la resolución de 1x1 km, dando como resultados matrices de 1750 columnas por 2500 filas para el área comprendida entre los 80-66°W y 40-60°S.

Se superpusieron las imágenes Cloa VIIRS 1x1 km con las de 4x4 km (remuestreadas a 1x1 km). En la Figura 103c se muestra la imagen resultante del proceso de superposición, donde se puede observar como se gana información con este proceso de análisis espacial.

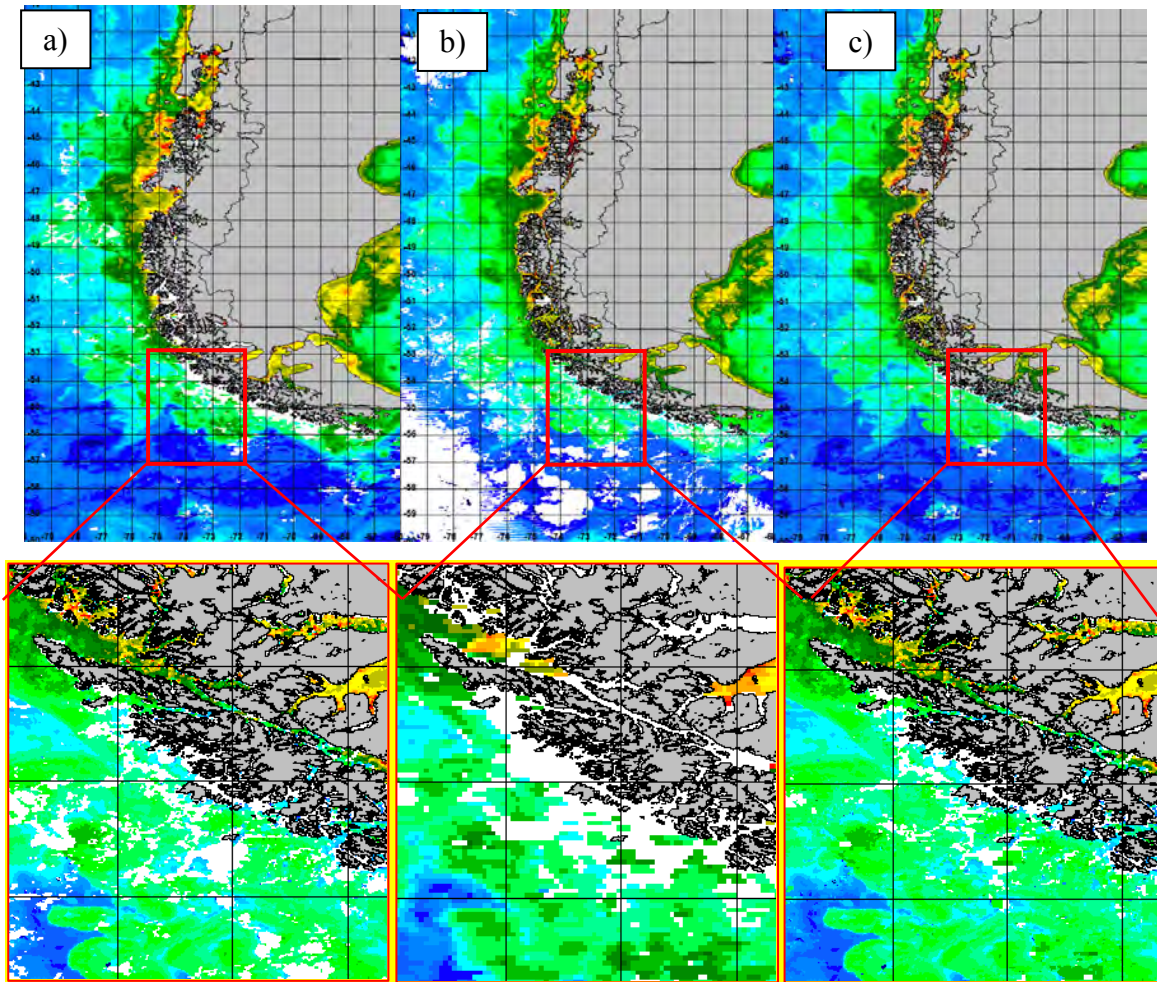


Figura 103. Ejemplo de imágenes Cloa VIIRS de 1x1 km promedio mensual de enero 2015 (a), Cloa VIIRS de 4x4km remuestreadas a 1x1 km de enero 2015 (b) y la imagen Cloa VIIRS de 1x1 km resultante del proceso de superposición para enero 2015 (c).

3.5.1.3. Otras fuentes de información: Cruceros CIMAR Fiordos

Se recolectaron y estructuraron las bases de datos de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto de los cruceros CIMAR Fiordos. La base de datos recolectada y generada para este proyecto corresponde a lo registrado y medido durante los cruceros CIMAR Fiordos 1 al 4 y 7 al 20. Los cruceros CIMAR 5 y 6 Islas Oceánicas, se realizaron asociados a las Pascua, Salas y Gómez, Alejandro Selkirk y Robinson Crusoe, por lo que no se consideraron para este proyecto.

La base de datos de profundidad, temperatura y salinidad, utilizada, es de propiedad del Centro de Datos Hidrográficos y Oceanográficos (CENDHOC), del Servicio Hidrográficos y Oceanográficos de la Armada (SHOA) la que se ha generado sobre la base de las mediciones de CTD (T y S). La base de datos de profundidad y oxígeno disuelto (O₂) utilizada, es de propiedad del Laboratorio de Biogeoquímica de la PUCV y fue obtenida mediante mediciones químicas de muestras discretas, durante el desarrollo de los diferentes cruceros CIMAR. Dichas mediciones fueron realizadas por personal y estudiantes del Profesor Nelson Silva, que participaron en los diferentes cruceros.

Los datos que se incluyen corresponden a registros de temperatura y salinidad y mediciones de oxígeno disuelto realizadas en los primeros 50 m de la columna de agua, lo que implica un total de 6.235 mediciones de estas variables. En general las muestras se tomaron en 0, 10, 25 y 50 m. Sin embargo, en las cabezas de los canales con aporte de agua dulce (Ríos y/o ventisqueros) también se tomaron en 2 y 5 m. Cuando los colegas biólogos lo requirieron se tomaron adicionales en 15 y 30 m.

Los cruceros CIMAR 1 al 16 Fiordos, se realizaron con el AGOR Vidal Gormaz de la Armada de Chile. Los cruceros CIMAR 17 y 18 Fiordos, se realizaron con el B/I Abate Molina del IFOP. Los cruceros CIMAR 19 y 20 Fiordos, se realizaron con el AGS Cabo de Hornos de la Armada de Chile.

Las mediciones de temperatura y salinidad, fueron realizadas con CTD. Los datos de salinidad fueron corregidos contra mediciones de salinidad efectuadas en muestras de agua de mar, las que fueron tomadas a profundidades estándar en estaciones seleccionadas, mediante botellas Nikin adosada a una Roseta oceanográfica. Las muestras fueron medidas en el laboratorio de química por personal del SHOA en Valparaíso. La medición se realizó con un salinómetro Autosal, calibrado contra muestras de agua de mar estándar.

Las mediciones de oxígeno disuelto, fueron realizadas en todas las estaciones de los cruceros para lo cual se tomaron muestras de agua de mar a profundidades estándar. Estas muestras fueron medidas mediante la modificación de Carpenter (1965) para el método de Winkler.

Todas las mediciones se realizaron a bordo, por personal del Laboratorio de Biogeoquímicos de la PUCV que se embarcó en los diferentes cruceros.

Posteriormente, los datos se tabularon en una planilla Excel, separadas en ocho hojas (Figura 104).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Cruise	Station	Depth.	Date	Latitude.	Longitude.	Area	Season	Tot.Depth.	Temp.(Sal	Oxy.mL.	
6261	C20F	87	0	10/17/2014	49°6,240'	75°14,880'	Canal Ladrillero	Spring	950	9.93	27.548	8.35	
6262	C20F	87	5	10/17/2014	49°6,240'	75°14,880'	Canal Ladrillero	Spring	950	9.36	28.760	8.00	
6263	C20F	87	10	10/17/2014	49°6,240'	75°14,880'	Canal Ladrillero	Spring	950	9.28	30.356	6.43	
6264	C20F	87	25	10/17/2014	49°6,240'	75°14,880'	Canal Ladrillero	Spring	950	9.35	31.227	6.39	
6265	C20F	87	50	10/17/2014	49°6,240'	75°14,880'	Canal Ladrillero	Spring	950	9.36	32.779	5.51	
6266	C20F	88	0	10/17/2014	49°57,120'	75°1,560'	Canal Ladrillero	Spring	630	10.05	27.819	7.73	
6267	C20F	88	5	10/17/2014	49°57,120'	75°1,560'	Canal Ladrillero	Spring	630	9.74	27.938	7.58	
6268	C20F	88	10	10/17/2014	49°57,120'	75°1,560'	Canal Ladrillero	Spring	630	9.24	29.442	6.68	
6269	C20F	88	25	10/17/2014	49°57,120'	75°1,560'	Canal Ladrillero	Spring	630	9.27	31.799	5.93	
6270	C20F	88	50	10/17/2014	49°57,120'	75°1,560'	Canal Ladrillero	Spring	630	9.17	32.977	5.43	
6271	C20F	89	0	10/17/2014	48°39,960'	74°58,680'	Canal Fallos	Spring	250	9.30	26.650	7.55	
6272	C20F	89	5	10/17/2014	48°39,960'	74°58,680'	Canal Fallos	Spring	250	9.30	26.640	6.38	
6273	C20F	89	10	10/17/2014	48°39,960'	74°58,680'	Canal Fallos	Spring	250	9.23	27.070	6.38	
6274	C20F	89	25	10/17/2014	48°39,960'	74°58,680'	Canal Fallos	Spring	250	9.26	31.441	5.86	
6275	C20F	89	50	10/17/2014	48°39,960'	74°58,680'	Canal Fallos	Spring	250	9.46	32.616	5.29	
6276	C20F	90	0	10/17/2014	48°23,460'	75°2,280'	Canal Fallos	Spring	700	9.29	26.904	7.72	
6277	C20F	90	5	10/17/2014	48°23,460'	75°2,280'	Canal Fallos	Spring	700	9.22	27.624	6.38	
6278	C20F	90	10	10/17/2014	48°23,460'	75°2,280'	Canal Fallos	Spring	700	9.14	28.927	6.38	
6279	C20F	90	25	10/17/2014	48°23,460'	75°2,280'	Canal Fallos	Spring	700	9.24	31.757	5.97	
6280	C20F	90	50	10/17/2014	48°23,460'	75°2,280'	Canal Fallos	Spring	700	9.25	32.724	5.53	
6281	C20F	91	0	10/16/2014	48°3,360'	75°14,160'	Canal Fallos	Spring	500	9.33	28.800	7.49	
6282	C20F	91	5	10/16/2014	48°3,360'	75°14,160'	Canal Fallos	Spring	500	9.19	29.121	7.86	
6283	C20F	91	10	10/16/2014	48°3,360'	75°14,160'	Canal Fallos	Spring	500	9.17	29.712	6.62	
6284	C20F	91	25	10/16/2014	48°3,360'	75°14,160'	Canal Fallos	Spring	500	9.27	31.283	6.14	
6285	C20F	91	50	10/16/2014	48°3,360'	75°14,160'	Canal Fallos	Spring	500	9.32	32.516	5.73	
6286	C20F	91r	0	10/16/2014	47°52,500'	75°34,860'	Sitio Oceánico	Spring	70	9.91	31.756	7.35	
6287	C20F	91r	5	10/16/2014	47°52,500'	75°34,861'	Sitio Oceánico	Spring	70	9.90	31.762	7.33	
6288	C20F	91r	10	10/16/2014	47°52,500'	75°34,862'	Sitio Oceánico	Spring	70	9.74	31.889	7.10	
6289	C20F	91r	25	10/16/2014	47°52,500'	75°34,863'	Sitio Oceánico	Spring	70	9.68	32.474	5.96	
6290	C20F	91r	50	10/16/2014	47°52,500'	75°34,864'	Sitio Oceánico	Spring	70	9.69	32.846	5.79	
6291	C20F	92	0	10/16/2014	47°31,200'	75°34,440'	Sitio Oceánico	Spring	140	9.38	33.038	7.11	
6292	C20F	92	5	10/16/2014	47°31,201'	75°34,440'	Sitio Oceánico	Spring	140	9.39	33.036	7.34	
6293	C20F	92	10	10/16/2014	47°31,202'	75°34,440'	Sitio Oceánico	Spring	140	8.83	33.334	6.99	
6294	C20F	92	25	10/16/2014	47°31,203'	75°34,440'	Sitio Oceánico	Spring	140	9.03	33.652	5.93	
6295	C20F	92	50	10/16/2014	47°31,204'	75°34,440'	Sitio Oceánico	Spring	140	8.84	33.729	6.28	
6296	C20F	93	0	10/15/2014	47°22,140'	75°38,700'	Punta Lengua	Spring	120	9.82	31.393	7.11	
6297	C20F	93	5	10/15/2014	47°22,140'	75°38,700'	Punta Lengua	Spring	120	9.82	31.396	7.05	
6298	C20F	93	10	10/15/2014	47°22,140'	75°38,700'	Punta Lengua	Spring	120	9.81	31.422	6.87	
6299	C20F	93	25	10/15/2014	47°22,140'	75°38,700'	Punta Lengua	Spring	120	9.92	31.872	6.66	
6300	C20F	93	50	10/15/2014	47°22,140'	75°38,700'	Punta Lengua	Spring	120	9.70	32.576	5.91	
6301	C20F	96	0	10/15/2014	47°46,380'	74°13,560'	Canal Baker	Spring	250	8.80	26.110	7.49	
6302	C20F	96	5	10/15/2014	47°46,380'	74°13,560'	Canal Baker	Spring	250	8.80	27.803	6.83	
6303	C20F	96	10	10/15/2014	47°46,380'	74°13,560'	Canal Baker	Spring	250	8.87	29.074	6.13	
6304	C20F	96	25	10/15/2014	47°46,380'	74°13,560'	Canal Baker	Spring	250	9.13	31.539	5.39	
6305	C20F	96	50	10/15/2014	47°46,380'	74°13,560'	Canal Baker	Spring	250	9.24	32.595	5.02	
6306	C20F	97	0	10/15/2014	47°46,440'	74°0,900'	Canal Baker	Spring	100	8.83	9.072	7.87	
6307	C20F	97	5	10/15/2014	47°46,440'	74°0,900'	Canal Baker	Spring	100	8.84	22.701	8.54	

Figura 104. Ejemplo de estructuración planilla Excel con los datos CIMAR Fiordos para la zona de estudio del proyecto.

A continuación se detalla toda la información que contiene el archivo Excel con los datos CIMAR:

- La primera hoja contiene toda la información disponible (6.235 datos de T, S y O2).
- La segunda hoja contiene toda la información correspondiente a la estación de invierno (1.880 datos de T, S y O2).

- La tercera hoja contiene toda la información correspondiente a la estación de primavera (4.187 datos de T, S y O2).
- La cuarta hoja contiene toda la información correspondiente a la estación de otoño (168 datos de T, S y O2).
- La quinta hoja contiene toda la información correspondiente a la estación de invierno zona patagónica norte (1.880 datos de T, S y O2).
- La sexta hoja contiene toda la información correspondiente a la estación de primavera zona patagónica norte (2.598 datos de T, S y O2).
- La sexta hoja contiene toda la información correspondiente a la estación de primavera zona patagónica central (1.148 datos de T, S y O2).
- La séptima hoja contiene toda la información correspondiente a la estación de primavera zona patagónica sur (441 datos de T, S y O2).
- La octava hoja contiene la información correspondiente a la estación de otoño zona patagónica norte (168 datos de T, S y O2)

En cada hoja, los diferentes cruceros fueron separados por varias líneas e identificados explícitamente en color rojo. La primera profundidad de cada estación fue resaltada en rojo, para facilitar su identificación.

Los campos que se incluyen en los archivos Excel son los siguientes:

Columna A: Crucero
 Columna B: Estación
 Columna C: Profundidad de la medición
 Columna D: Fecha de la realización de la estación
 Columna E: Latitud
 Columna F: Longitud
 Columna G: Zona o área de muestreo
 Columna H: Estación climática
 Columna I: Profundidad del fondo
 Columna J: Temperatura °C
 Columna K: Salinidad
 Columna L: Oxígeno disuelto (mL/L)
 NA = No hay datos o información

Las posiciones de las estaciones oceanográficas, corresponden a posiciones geográficas propuestas para el desarrollo del crucero y se encuentran impresas en los diferentes libros

resúmenes de los Talleres de Análisis de Resultados Preliminares, de los diferentes cruceros. Estos Talleres se realizan al año siguiente de terminado los respectivos cruceros. Estas posiciones no corresponden exactamente a las que finalmente se realizaron durante el crucero, debido a diferentes situaciones que se encontraron en la realización de éstos (mal tiempo, menor fondo, fuertes corrientes, etc)

Debido a lo anterior el CENDHOC, generó un nuevo listado de posiciones sobre la base de los datos anotados en las bitácoras que lleva el navegante del buque en los diferentes cruceros. Esta posición es la correcta y nos fue enviada por el CENDHOC como un archivo KMZ para el Google Earth. Dicho archivo fue revisado por nuestro equipo de trabajo y se encontró la necesidad de hacer ajustes menores en la denominación de algunas las estaciones y corregir la posición de dos estaciones que estaban en tierra. Esta revisión fue consensuada con el CENDHOC, mediante una visita del Profesor Nelson Silva a ese departamento del SHOA, generándose un archivo KMZ final

Las fechas de los diferentes cruceros CIMAR Fiordos considerados corresponden a:

Crucero Cimar 1 Fiordos	18 Octubre – 11 Noviembre 1995
Crucero Cimar 2 Fiordos	14 Octubre – 9 Noviembre del 1996
Crucero Cimar 3 Fiordos	6 Octubre – 19 Octubre del 1997 9 Octubre – 23 Octubre del 1998
Crucero Cimar 4 Fiordos	26 Septiembre – 8 Octubre del 1998 25 febrero – 8 Marzo del 1999
Crucero Cimar 7 Fiordos	7 Julio – 21 Julio del 2001 12 Noviembre – 27 Noviembre del 2001
Crucero Cimar 8 Fiordos	1 Julio – 26 Julio del 2002 15 Noviembre – 28 Noviembre del 2002
Crucero Cimar 9 Fiordos	5 Agosto – 25 Agosto del 2003 3 Noviembre – 21 Noviembre del 2003
Crucero Cimar 10 Fiordos	7 Agosto – 3 Septiembre del 2004 8 Noviembre – 26 Noviembre del 2004
Crucero Cimar 11 Fiordos	16 Julio – 27 Julio del 2005 11 Noviembre – 21 Noviembre del 2005
Crucero Cimar 12 Fiordos	8 Octubre – 24 Octubre 2006 3 Noviembre – 13 Noviembre 2006
Crucero Cimar 13 Fiordos	29 Octubre – 14 Noviembre del 2007
Crucero Cimar 14 Fiordos	27 Octubre – 26 Noviembre 2008
Crucero Cimar 15 Fiordos	11 Octubre – 19 Noviembre del 2009
Crucero Cimar 16 Fiordos	11 Octubre – 19 Noviembre del 2010
Crucero Cimar 17 Fiordos	11 Octubre – 19 Noviembre 2011

Crucero Cimar 18 Fiordos	15 junio – 8 Julio del 2012
Crucero Cimar 19 Fiordos	4 Julio - 17 julio del 2013
Crucero Cimar 20 Fiordos	2 Octubre – 24 Octubre 2014

3.5.2 Zonificación bio-física

3.5.2.1. Imágenes satelitales

Para la zonificación bio-física se utilizan las imágenes satelitales (resolución espacial: 1x1 km), descritas en la sección [3.5.1.2 Imágenes satelitales 2002-2015](#), de variables físicas (TSM) y biológicas (Cloa) como entradas necesarias para aplicar la clasificación no supervisada ISODATA para definir sitios de entrenamiento y posterior clasificación supervisada utilizando el toolbox Máquinas de Soporte Vectorial (MSV) del software ENVI 5.3. El MSV aplica una técnica moderna para la clasificación supervisada derivada de la teoría del aprendizaje estadístico por capas o bandas. La identificación de zonas bio-físicas se realizó a dos escalas temporales: anual y estacional. Este enfoque metodológico integrado se le llama ISODATA-MSV.

3.5.2.1.1. Zonificación anual

Se generaron imágenes promedio anual de Cloa VIIRS y TSM MUR de 1x1 km considerando la información satelital promedio mensual generadas para el período 2013-2015 (ver sección 3.5.1.2 *Imágenes satelitales 2002-2015*), posteriormente se generaron imágenes climatológicas promedio del periodo. En la Figura 105 se muestran las imágenes de Cloa y TSM promedio de 3 años (2013-2015) utilizadas como bandas de entrada en la clasificación ISODATA-MSV.

Las principales características y patrones de la zona de estudio se pueden observar en las imágenes satelitales de TSM y Cloa (Figura 105). La distribución de la clorofila anual muestra un marcado gradiente (Este-Oeste) entre las aguas costeras y oceánicas. Los valores altos de Cloa están localizados las zonas costeras, destacándose altos valores al norte de las Islas Desertores hasta el seno y estuario del Reloncaví, y al sur de las Guaitecas en la Región de Aysén. Las TSM se caracterizan por un marcado gradiente latitudinal con valores altos al norte y bajos al sur de la zona de estudio.

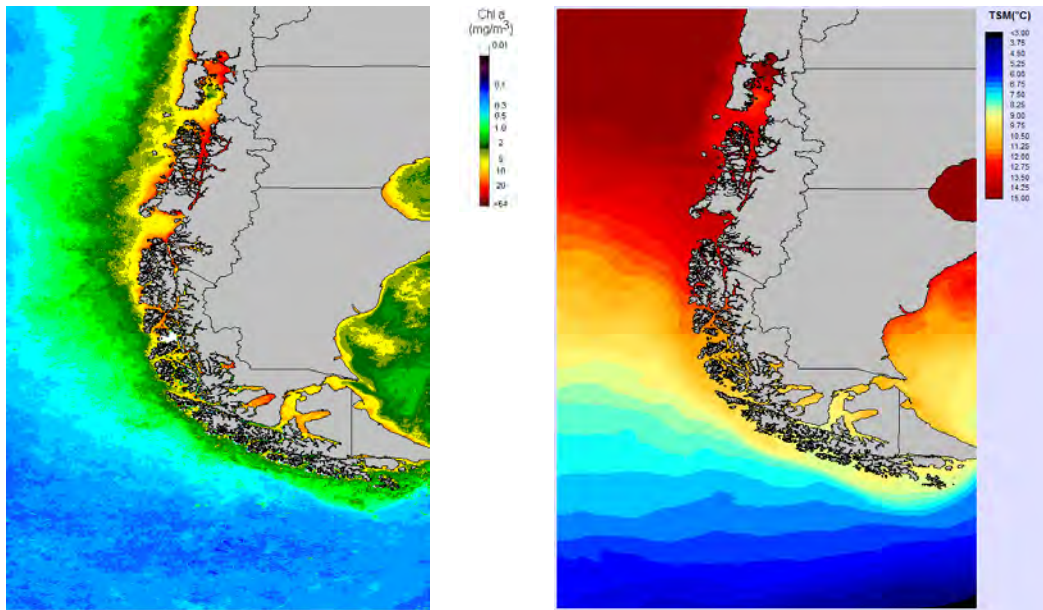


Figura 105. Concentración de clorofila (mg/m^3) y temperatura superficial del mar (TSM) promedio de 3 años (2013-2015) con una resolución espacial de $1 \times 1 \text{ km}$.

En la Figura 106 se muestran los resultados obtenidos de la clasificación ISODATA-MSV considerando las imágenes promedio anuales (2013-2015) de Cloa y TSM como bandas de entrada y la retención de 6, 7 y 8 clases. Cada clase corresponde a zonas homogéneas.

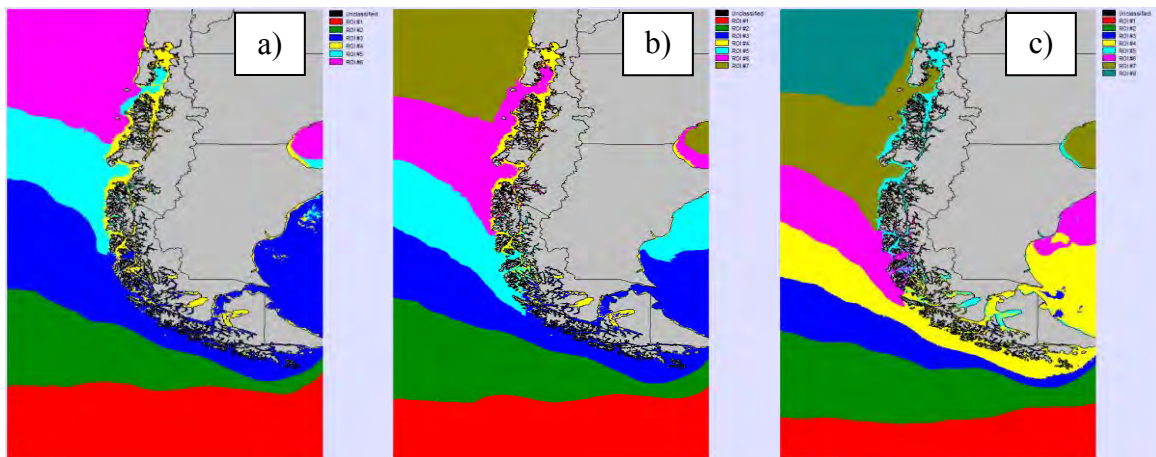


Figura 106. Resultados obtenidos de la clasificación ISODATA-MSV para: a) 6, b) 7 y c) 8 clases de la TSM y Cloa promedio anual de 3 años (2013 a 2015).

El valor medio y la desviación estándar de los pixeles correspondientes a cada clase de las dos variables bio-físicas de entrada (Cloa y TSM) cuando 6, 7 y 8 clases son retenidas en la clasificación MSV se presenta en la Figura 107. Las clases reflejan características de tipos de masas de agua.

Considerando la zonificación definida por Silva & Prego (2002) para la zona costera del área de estudio y a los resultados obtenidos de la clasificación ISODATA-MSV en el presente proyecto, se define la clasificación ISODATA-MSV de 7 clases como la más representativa de las características, patrones y división fundamental de la zona de estudio. En la clasificación de 7 clases, los valores medios para las dos variables son diferentes para cada clase indicando que cada clase representa una zona diferente y homogénea (Figura 107b). Los datos se describen como *bajo* cuando los valores de TSM y Cloa son inferiores a 5°C y 0.5 mg/m³, respectivamente; *intermedio* cuando la Cloa está entre 0.5 y 1.5 mg/m³ o TSM está entre 5 y 10°C, respectivamente; y *alta* cuando la Cloa y TSM corresponden a valores superiores a 10°C y 1.5 mg/m³, respectivamente. . La zona que representa la clase 1 (valores rojos, Figura 106b) de la zonificación anual de 7 clases, corresponde a aguas oceánicas del límite sur del área de estudio y presenta los valores más bajos de Cloa y TSM (Figura 107). La zona de la clase 2 se caracteriza por los valores más bajos de Cloa y valores intermedios de TSM, mientras que la clase 3 se caracteriza por valores intermedios de Cloa y TSM. La clase 4 representa los valores más altos de Cloa (6 veces más que la clase 6 siguiente) como así también valores altos de TSM. La clase 5 representa valores intermedios de Cloa y TSM de la zona costera, mientras que las clase 6 y 7 se caracterizan por valores intermedios de Cloa y valores altos de TSM.

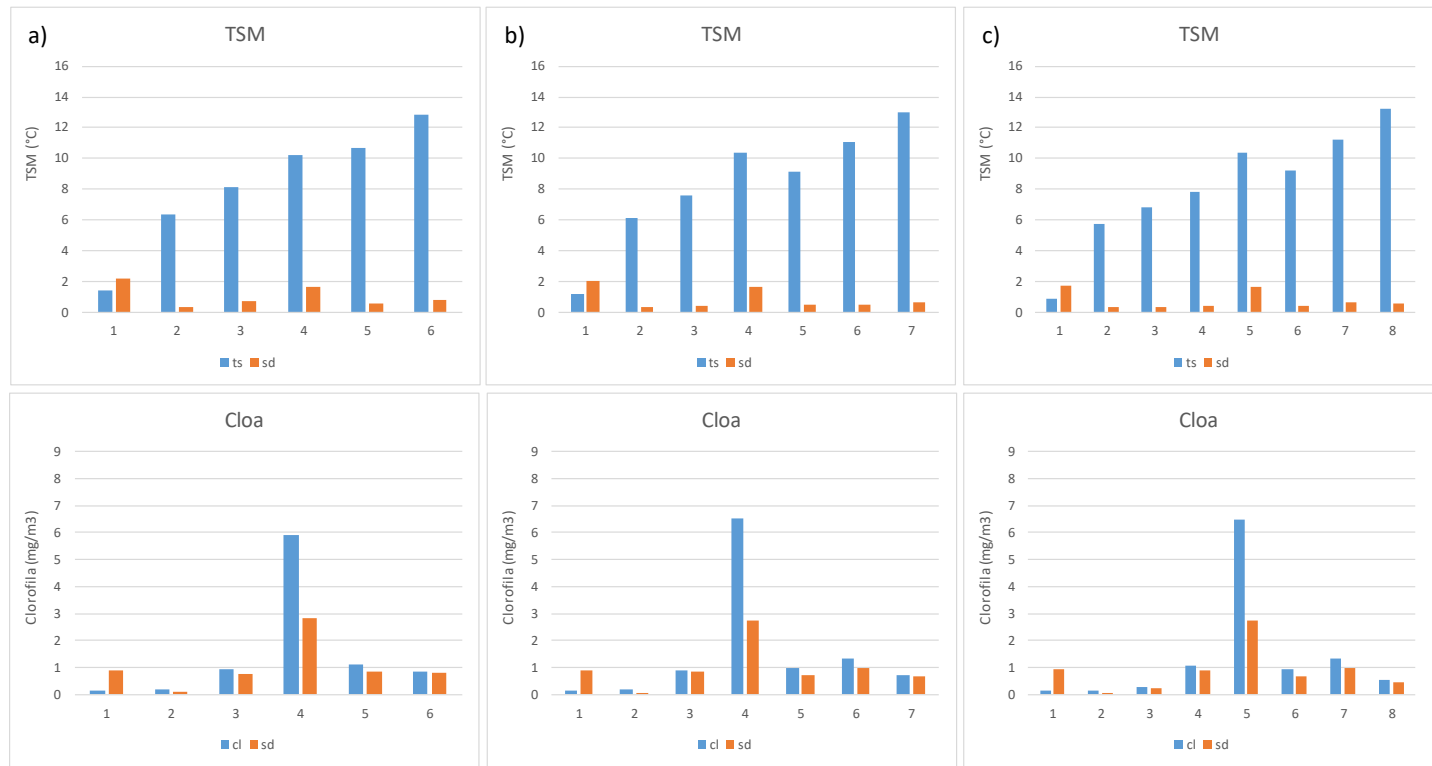


Figura 107. Valores medios (barra azul) y desviación estándar (barra naranja) de la temperatura superficial del mar (TSM) y clorofila (Cloa) derivados de la clasificación de seis (a), siete (b) y ocho (c) clases. Las clases reflejan características de tipos de masas de agua.

3.5.2.1.2. Zonificación estacional

Se generaron imágenes promedio estacional de Cloa VIIRS y TSM MUR de 1x1 km considerando la información satelital promedio mensual generadas para el período 2013-2015 (ver sección 3.5.1.2 *Imágenes satelitales 2002-2015*), posteriormente se generaron imágenes climatológicas promedio estacional del periodo. En la Figura 108 se muestran las imágenes de Cloa y TSM promedio estacional de 3 años (2013-2015) utilizadas como bandas de entrada en la clasificación ISODATA-MSV.

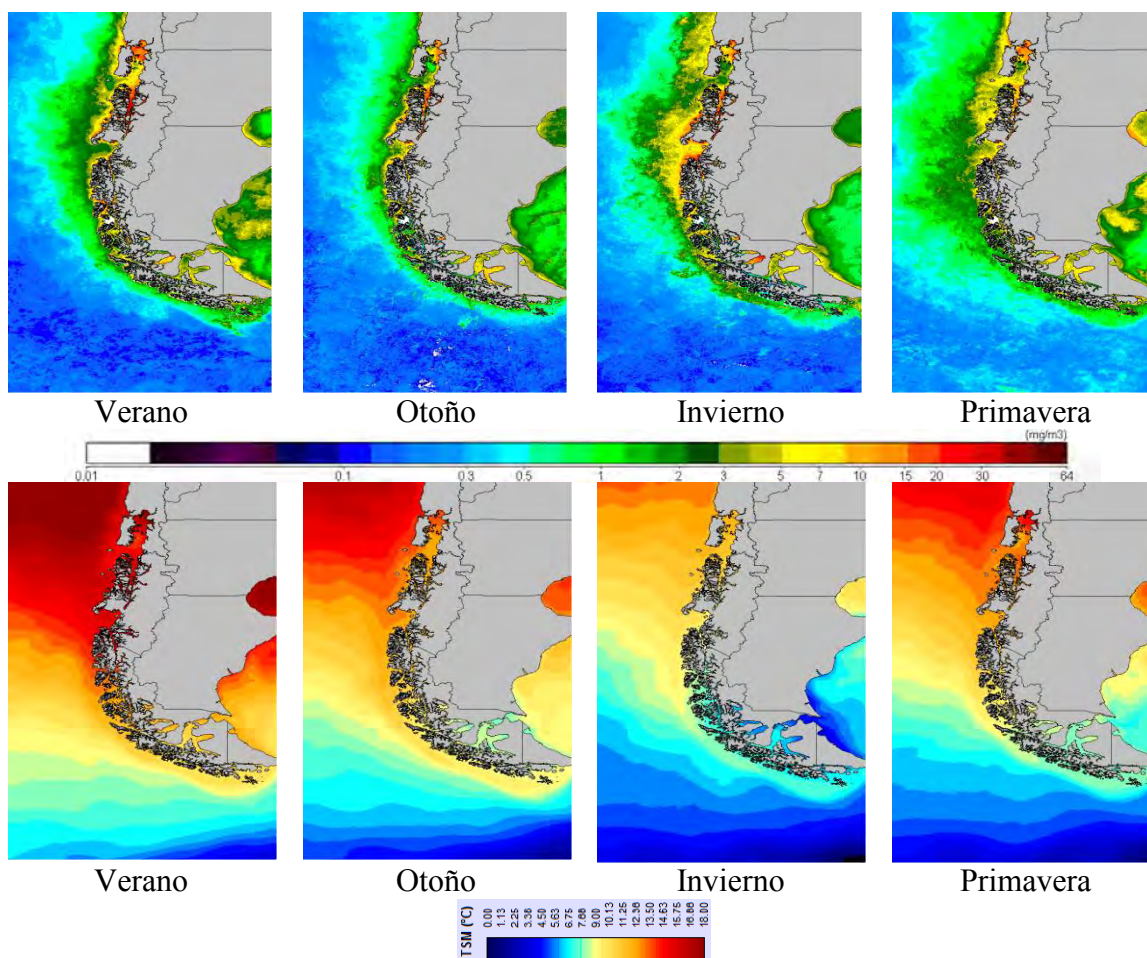


Figura 108. Concentración de clorofila (mg/m³) y temperatura superficial del mar (TSM) promedio de 3 años (2013-2015) con una resolución espacial de 1x1 km.

En la Figura 109 se muestran los resultados obtenidos de la clasificación ISODATA-MSV considerando las imágenes promedio estacionales (verano, otoño, invierno y primavera) de 3 años (2013 a 2015) de Cloa y TSM como bandas de entrada y la retención de 7 clases. Cada clase corresponde a zonas homogéneas.

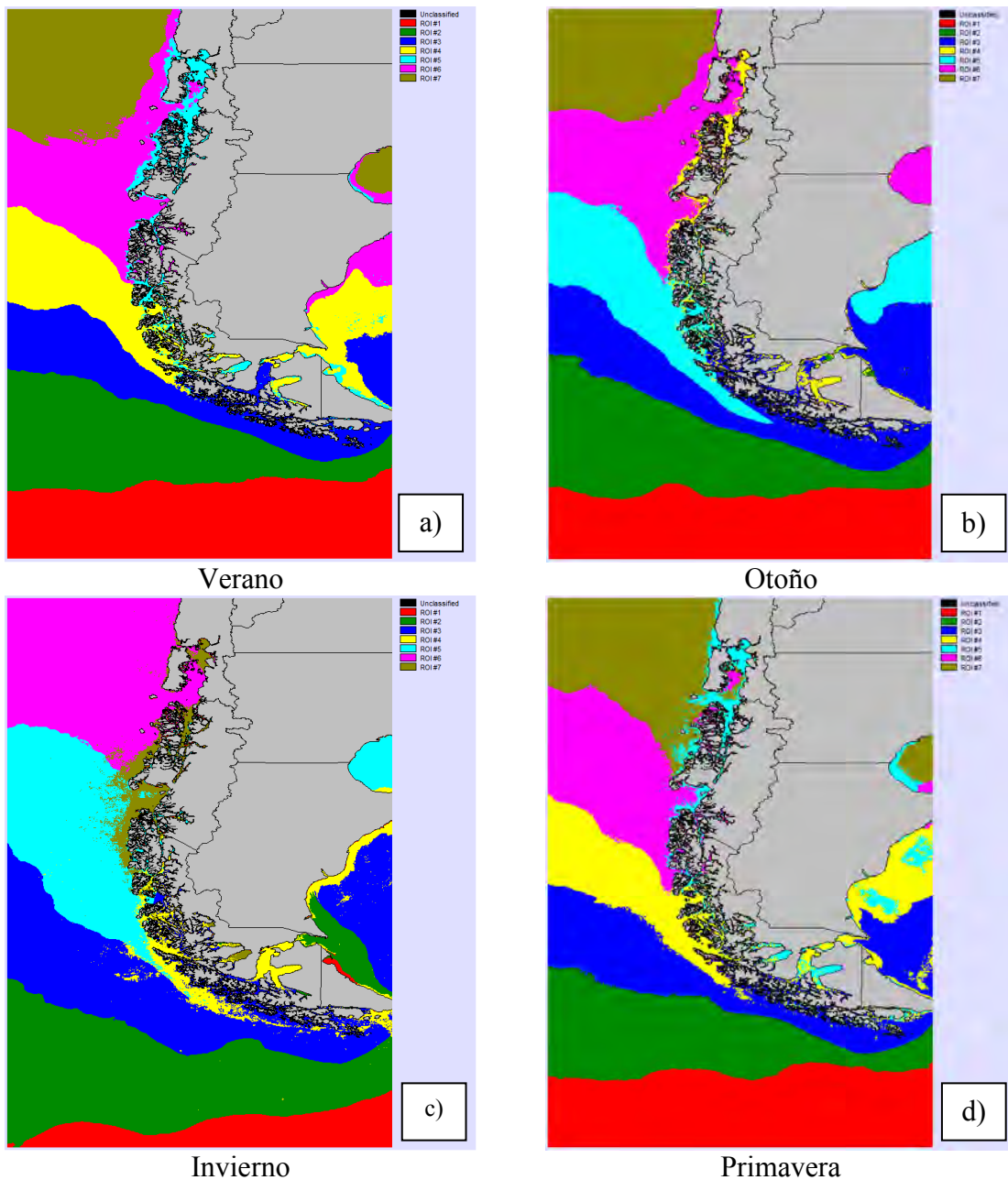


Figura 109. Resultados obtenidos de la clasificación ISODATA-MSV para 7 clases de la TSM y Cloa promedio estacional de 3 años (2013 a 2015): a) verano, b) otoño, c) invierno y d) primavera.

El valor medio y la desviación estándar de los pixeles correspondientes a cada clase de las dos variables bio-físicas de entrada (Cloa y TSM) por estación (verano, otoño, invierno y primavera) cuando 7 clases son retenidas en la clasificación MSV se presenta en la Figura 109. Las clases reflejan características de tipos de masas de agua. Para la clasificación de 7 categorías, la clase 1 de la zonificación estacional de imágenes satelitales, se caracteriza por contener los valores más bajos de TSM y Cloa para todas las estaciones del año (Figura 109).

La clase 2 registra baja Cloa e intermedia TSM en todas las estaciones del año salvo invierno donde hay baja Cloa y TSM. La zona 3 se caracteriza por valores intermedios de Cloa y TSM en todas las estaciones, excepto la Cloa de invierno que es baja. La clase 4 en verano registra valores intermedios de Cloa y altos de TSM, en otoño la más alta Cloa e intermedia TSM, en invierno registra valores altos de Cloa e intermedios de TSM, y en primavera valores intermedios tanto de Cloa como de TSM. La clase 5 presenta los valores de Cloa y TSM más bajos en invierno y magnitudes altas en verano. La clase 6 se asocia a valores intermedios de Cloa y altos de TSM. La clase 7 presenta alta TSM y baja e intermedia Cloa para todas las estaciones excepto invierno.

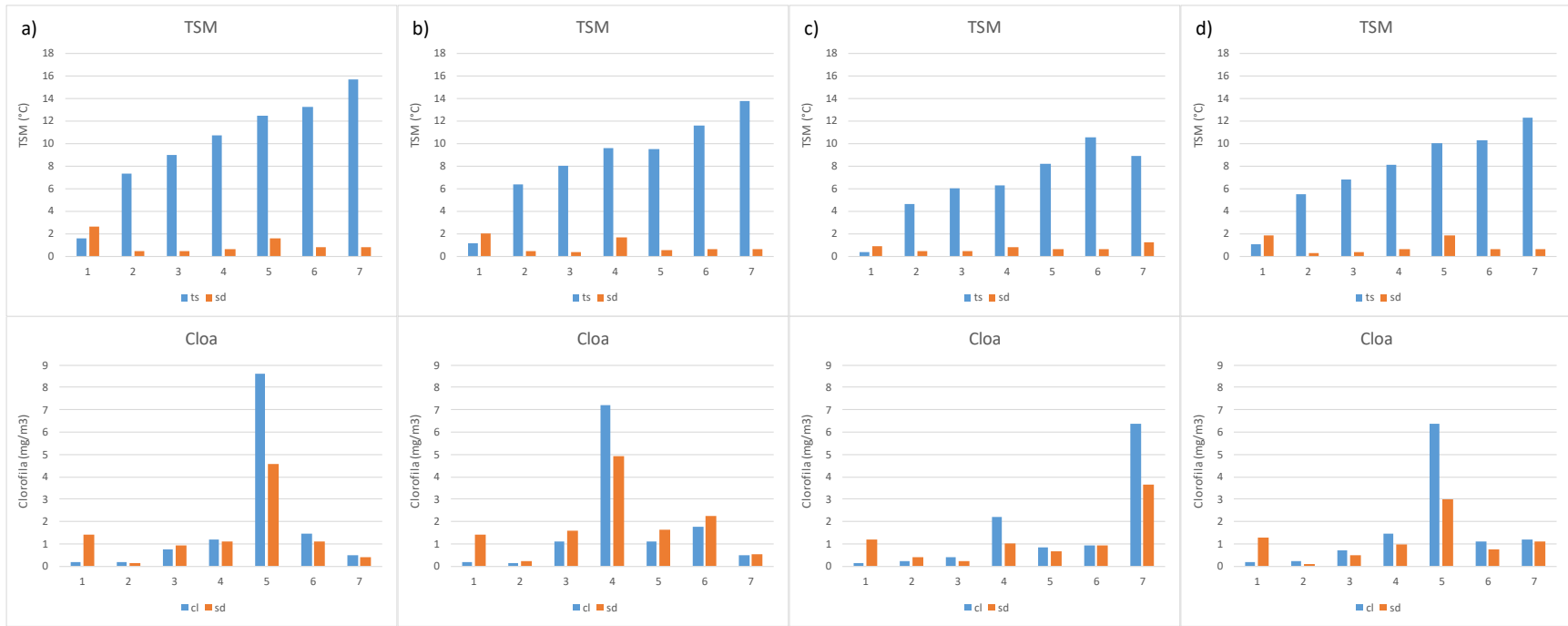


Figura 110. Valores medios (barra azul) y desviación estándar (barra naranja) de la temperatura superficial del mar (TSM) y clorofila (Cloa) derivados de la clasificación de siete clases. para a) verano, b) otoño, c) invierno y d) primavera Las clases reflejan características de tipos de masas de agua.

3.5.2.2. Estaciones PMMR

La zonificación a partir de las estaciones del PMMR permitió generar siete grupos definidos para la zona de estudio, las variables consideradas fueron Clorofila, Temperatura Superficial del Mar y Salinidad. Para efectos de este informe, se trabajó con los muestreos del año 2014.

3.5.2.2.1. Zonificación anual

Se generaron imágenes anuales según la variable, incorporándose los reportes de los promedios y desviaciones estándar de cada grupo (Figura 111, Figura 112 y Figura 113). Para la identificación de los respectivos grupos se graficaron los puntos de color sobre los box plot. Se aplica una clasificación (algoritmo Delaunay triangulation) de 7 clases para los datos anuales de clorofila, temperatura superficial del mar y salinidad de las estaciones de muestreo del PMMR. La clase 1 presenta valores cercanos al promedio anual de clorofila_a. En cuanto a la TSM, el grupo muestra valores bajo el promedio, y es el grupo que posee mayor variabilidad. Para la Salinidad, sus valores están levemente por debajo del promedio, sin embargo, es el segundo grupo con valores más altos. La clase 2 presenta los valores más altos de clorofila_a, escapándose muy por encima del promedio. En cuanto a la TSM, también registra valores por sobre el promedio anual. Sin embargo, es un grupo con baja salinidad. La clases 3 y 4 presentan valores de clorofila_a por debajo del promedio anual, con temperaturas muy por debajo del promedio. La salinidad también presenta valores muy bajo el promedio anual. La Clase 5 registra valores por sobre el promedio de clorofila y TSM, mientras que la salinidad está por debajo del promedio anual. El Clase 6 registra valores por sobre el promedio de clorofila y TSM y una salinidad alta. La clase 7 representa valores cercanos al promedio de clorofila y TSM, y salinidades por debajo del promedio anual.

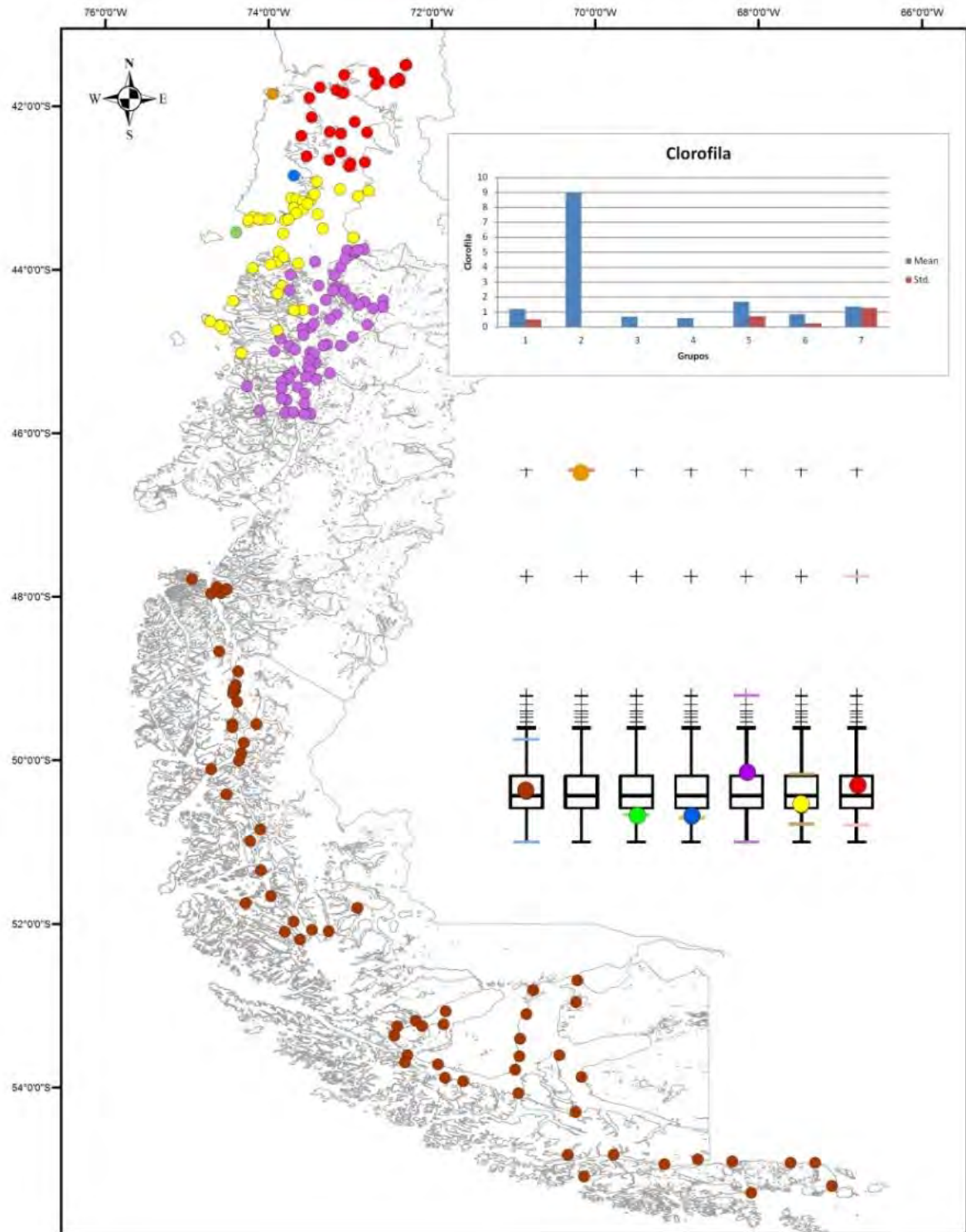


Figura 111. Resultados anuales obtenidos de la agrupación de Clorofila utilizando algoritmo Delaunay triangulation.

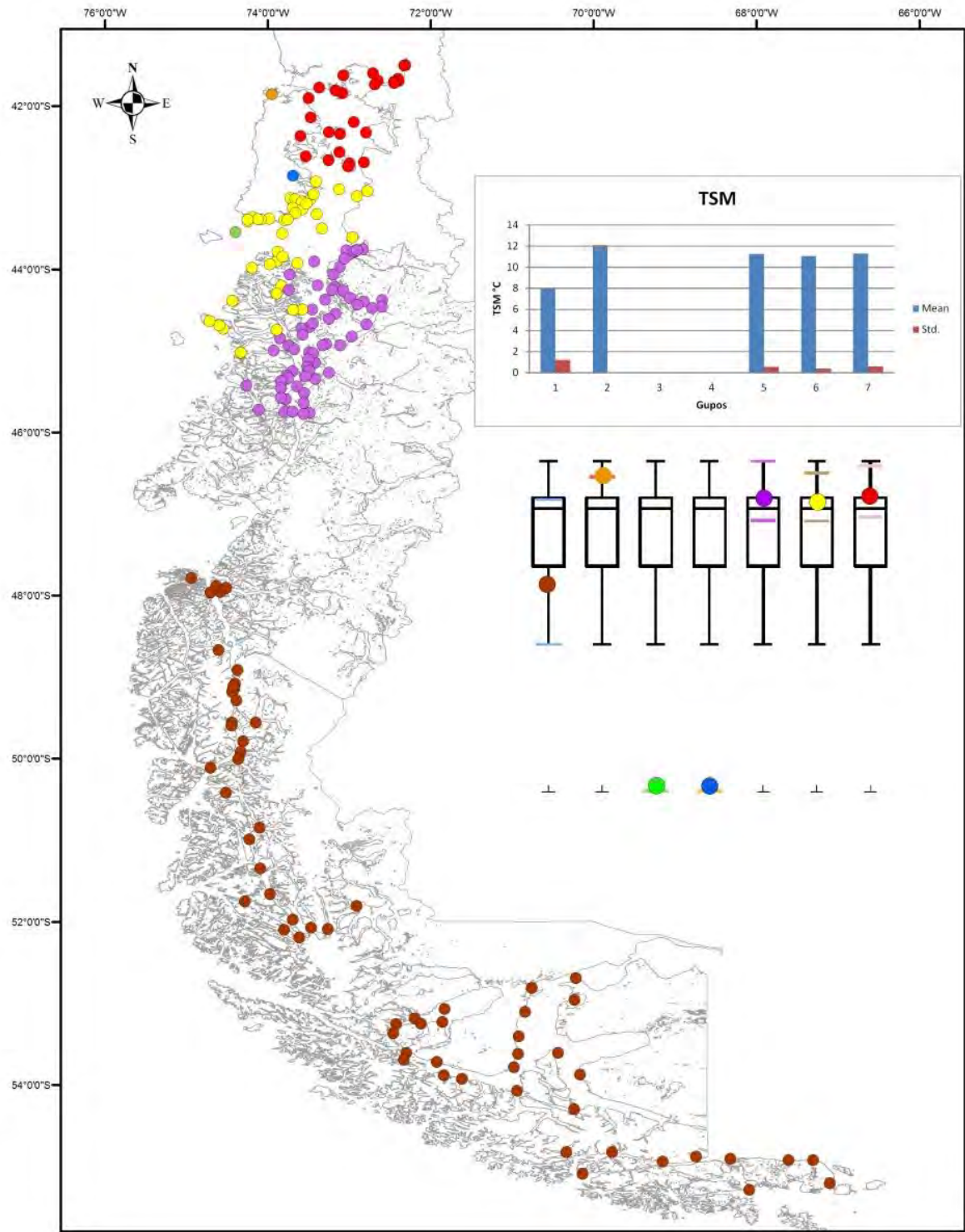


Figura 112. Resultados anuales obtenidos de la agrupación de TSM, utilizando el algoritmo Delaunay triangulation.

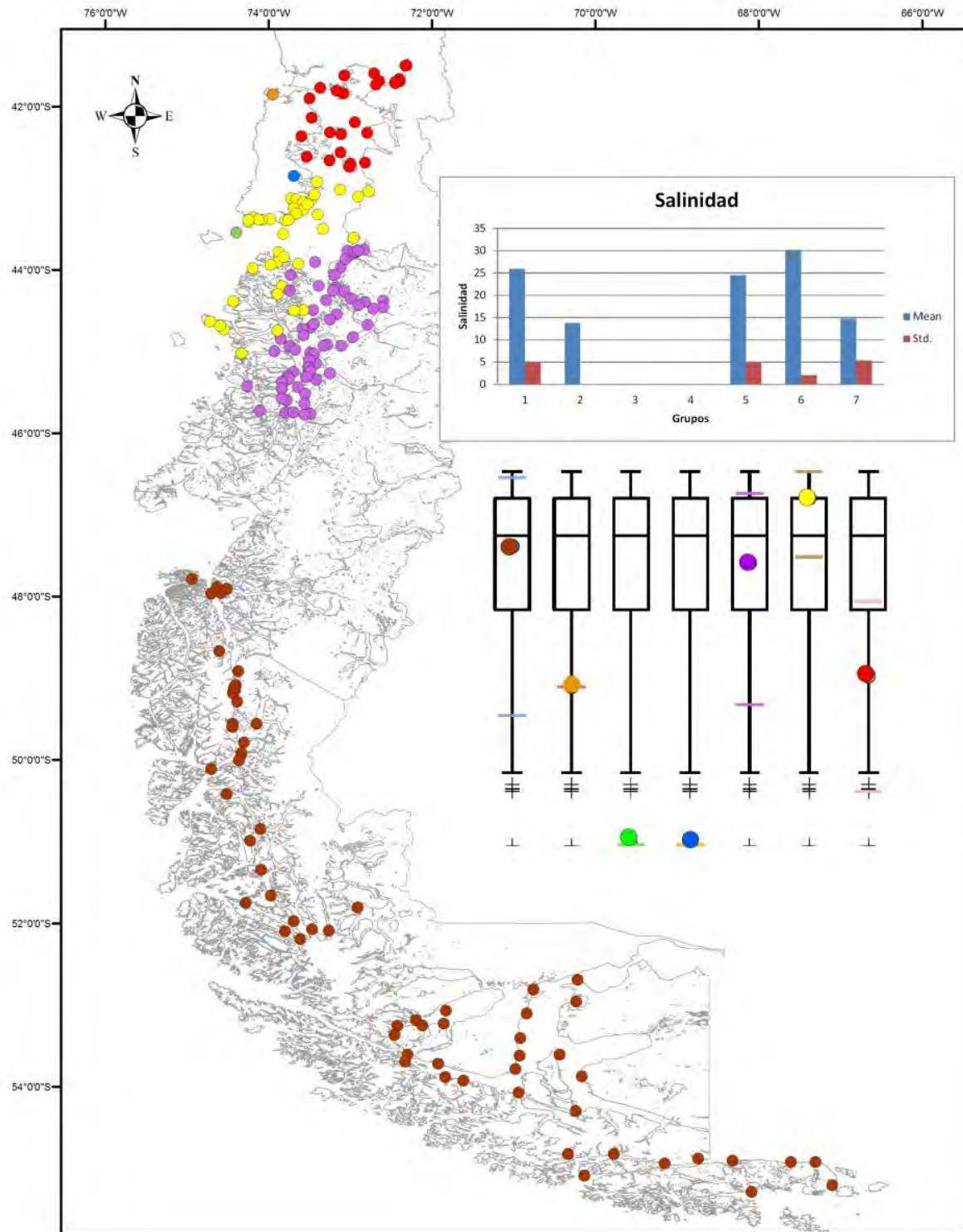


Figura 113. Resultados anuales obtenidos de la agrupación de salinidad, utilizando el algoritmo Delaunay triangulation.

3.5.2.2.2. Zonificación estacional

Se generaron imágenes para la estación de primavera según las variables de clorofila_a, TSM y salinidad, incorporándose los reportes de los promedios y desviaciones estándar de cada grupo (Figura 114, Figura 115 y Figura 116). A igual que el caso anterior, se trabajó con los muestreos realizados durante la primavera del año 2014. Considerando una clasificación de 7 clases para los datos estacionales de clorofila, temperatura superficial del mar y salinidad de las estaciones de muestreo del PMMR. La clase 1 presenta valores de clorofila por sobre el promedio, con valores bajos de TSM y de salinidad, mientras que la clase 2 posee un registro de clorofila por debajo del promedio y valores altos de TSM y salinidad. La clase 3 presenta los valores más altos de clorofila y con valores por sobre el promedio estacional de TSM y salinidad. . La clase 4 registra valores por sobre el promedio estacional, sin embargo, muestra valores bajos de TSM y salinidad, mientras que la clase 5 muestra valores muy cercanos al promedio estacional de clorofila_a, TSM y salinidad. La clase 6 presenta valores de clorofila, TSM y salinidad por sobre el promedio estacional, mientras que la clase 7 posee valores de clorofila cercanas al promedio y valores muy por debajo de TSM y salinidad.

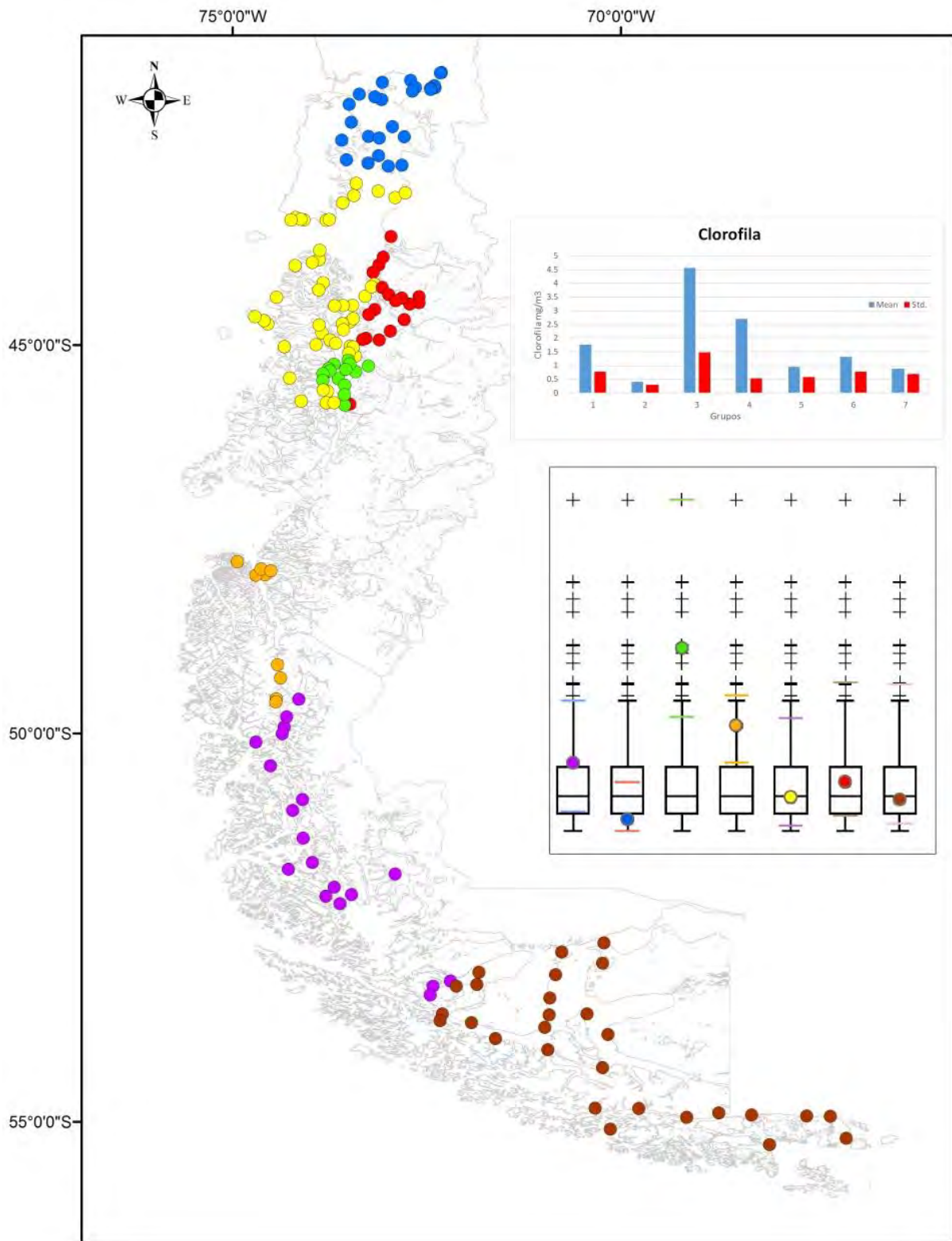


Figura 114. Resultados estacionales obtenidos de la agrupación de clorofila, utilizando algoritmo Delaunay triangulation.

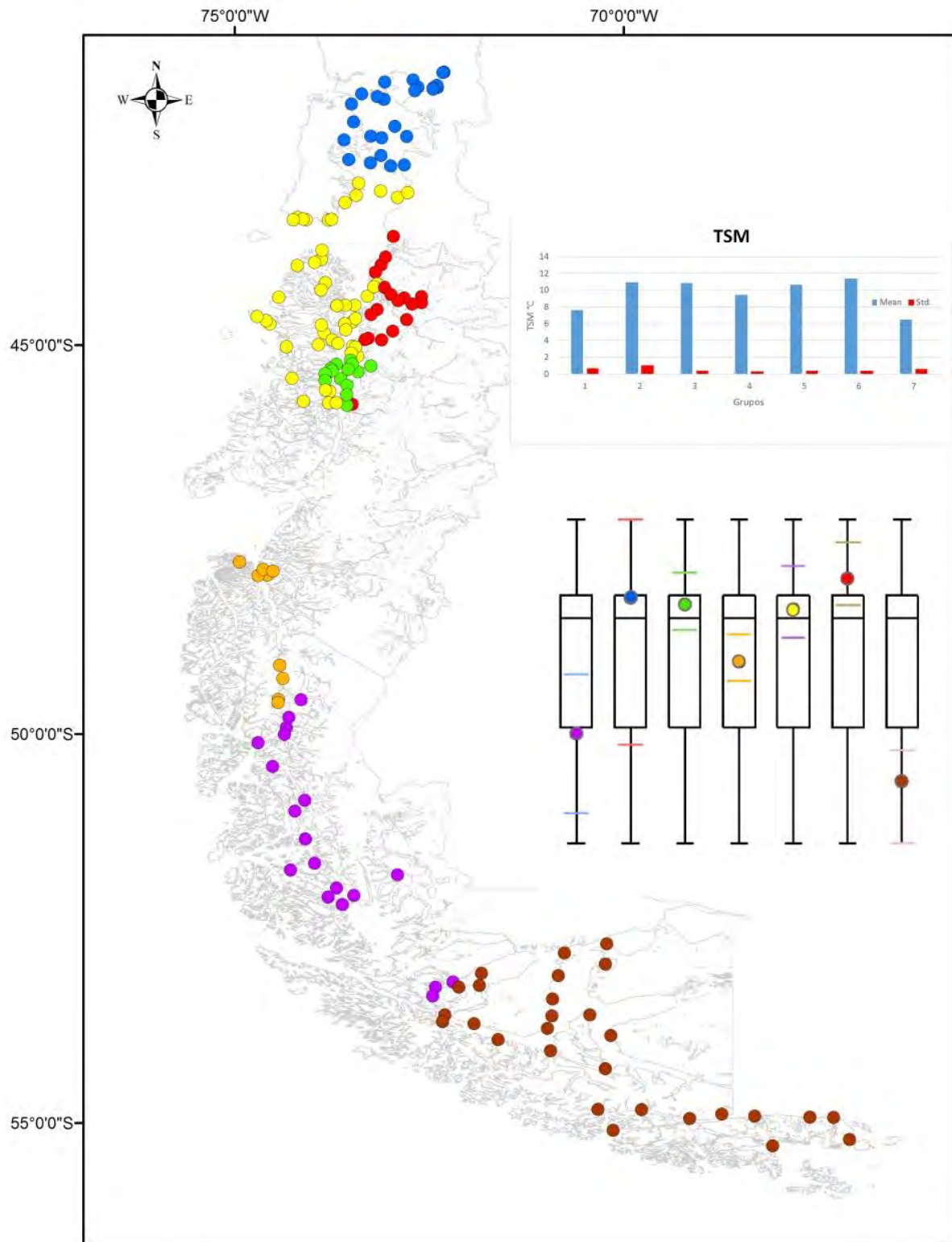


Figura 115. Resultados estacionales obtenidos de la agrupación de TSM, utilizando algoritmo Delaunay triangulation.

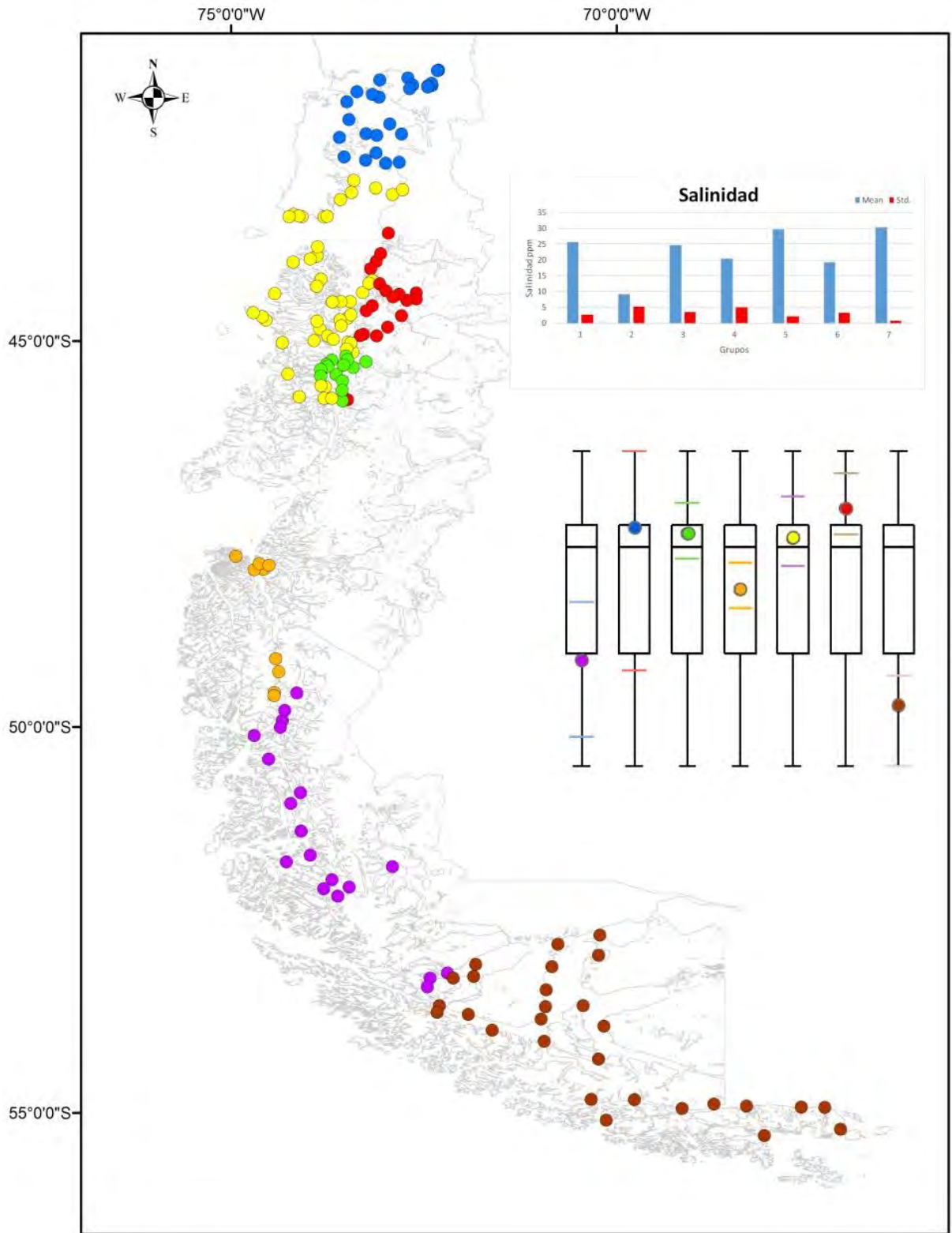


Figura 116. Resultados estacionales obtenidos de la agrupación de Salinidad, utilizando algoritmo Delaunay triangulation.

La zonificación a partir de las estaciones de los Cruceros CIMAR permitió generar siete grupos definidos para la zona de estudio, para este caso las variables disponibles fueron Temperatura Superficial del Mar, Salinidad y Oxígeno disuelto. Para efectos de este proyecto, se consideraron todos los CIMAR fiordos realizados entre los años 1995 y 2014.

Por otra parte, a diferencia de los muestreos del PMMR que registra las variables en las mismas estaciones en cada periodo de tiempo, los CIMAR varían espacialmente la toma de muestras. Para poder aplicar la metodología de agrupación de Delaunay triangulation fue necesario calcular centroides en un radio de 500 m en torno a cada punto de muestreo, obteniéndose así, una especialización común que permitiese aplicar el método antes señalado.

3.5.2.3.1. Zonificación anual

Se crearon imágenes anuales generadas según la variable a considerar, incorporándose los reportes de los promedios y desviaciones estándar de cada grupo (Figura 117, Figura 118 y Figura 119). Para la identificación de los respectivos grupos, se han graficado puntos de color sobre los box plot.

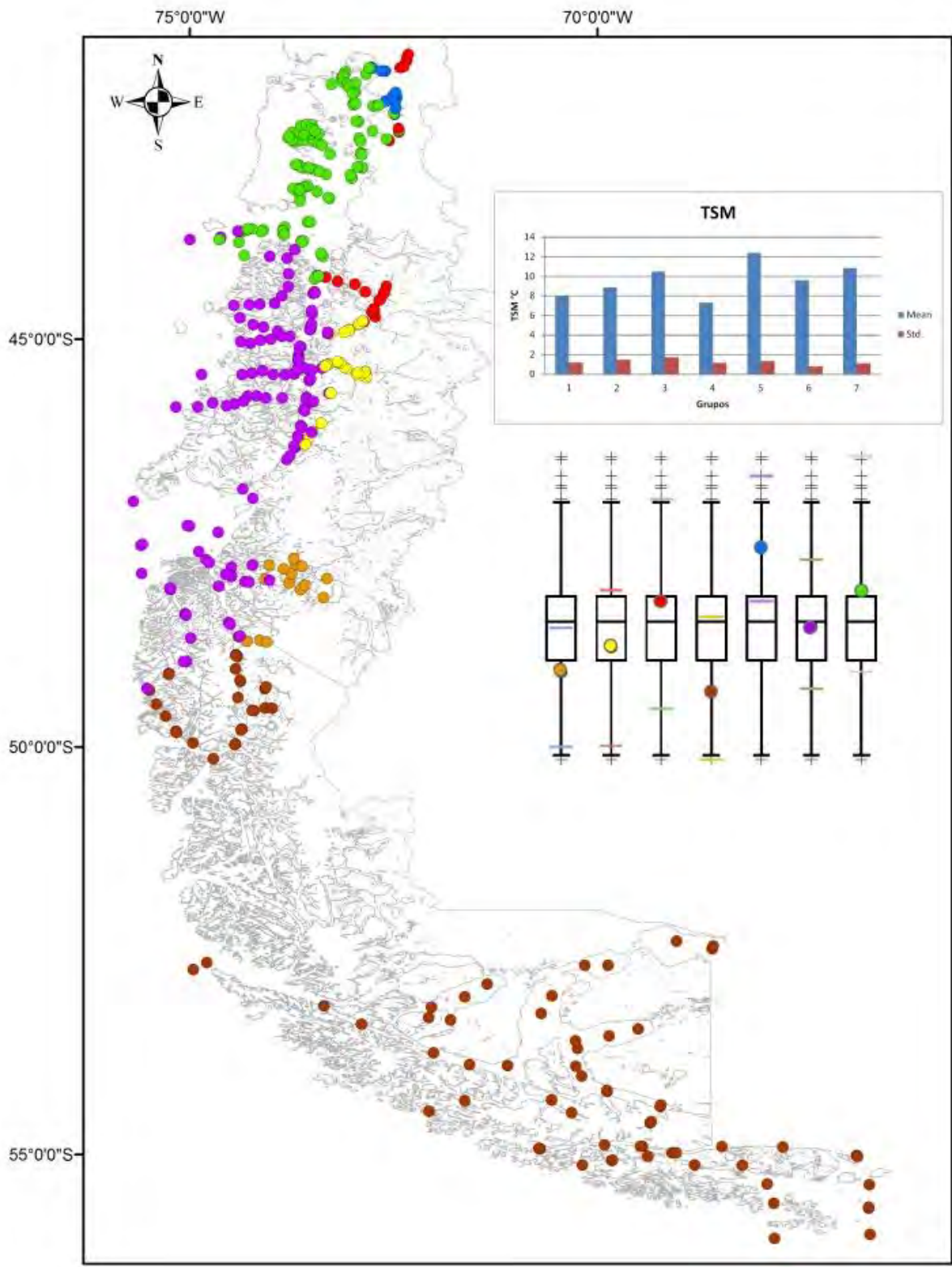


Figura 117. Resultados anuales obtenidos de la agrupación de TSM, utilizando algoritmo Delaunay triangulation.

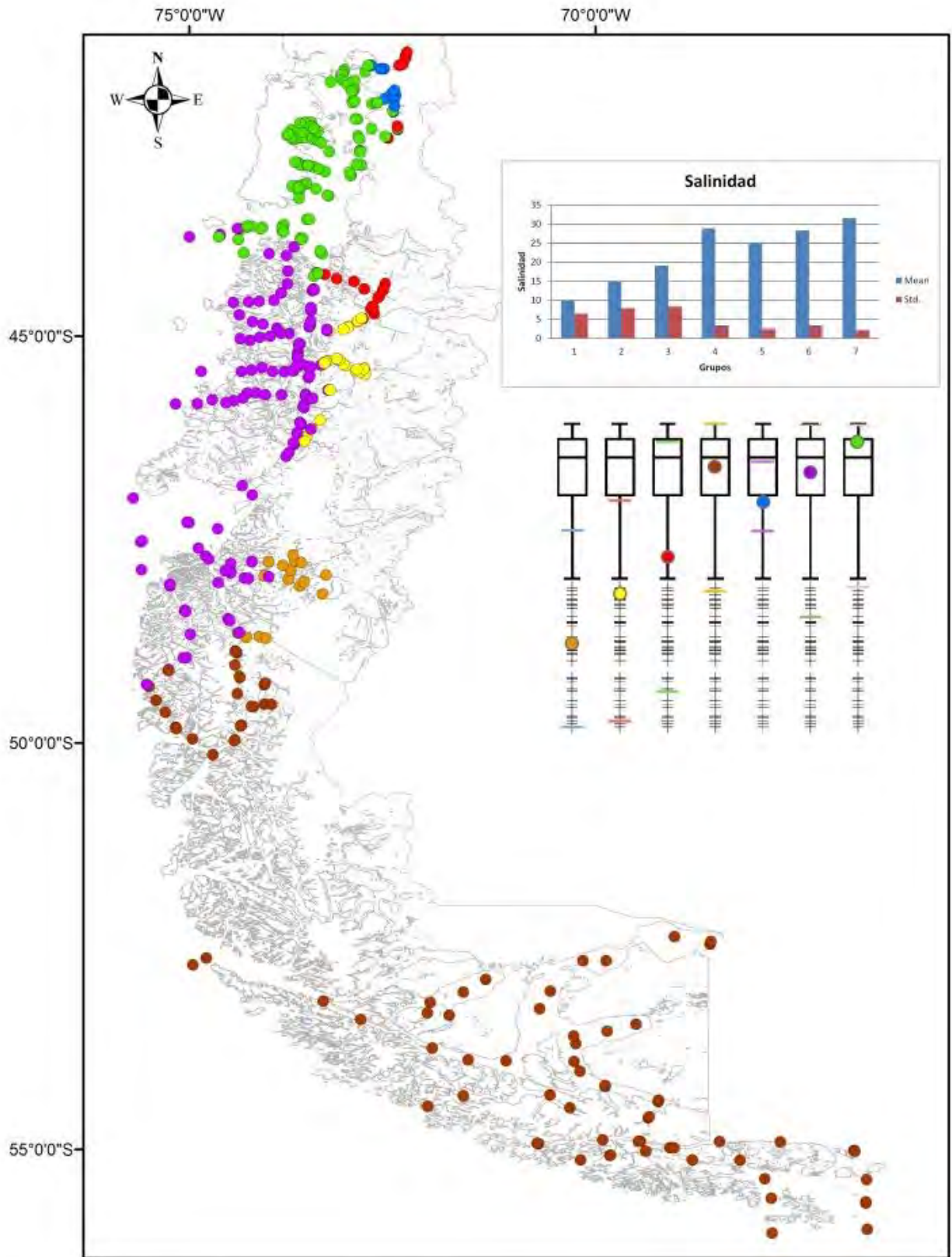


Figura 118. Resultados anuales obtenidos de la agrupación de salinidad, utilizando algoritmo Delaunay triangulation.

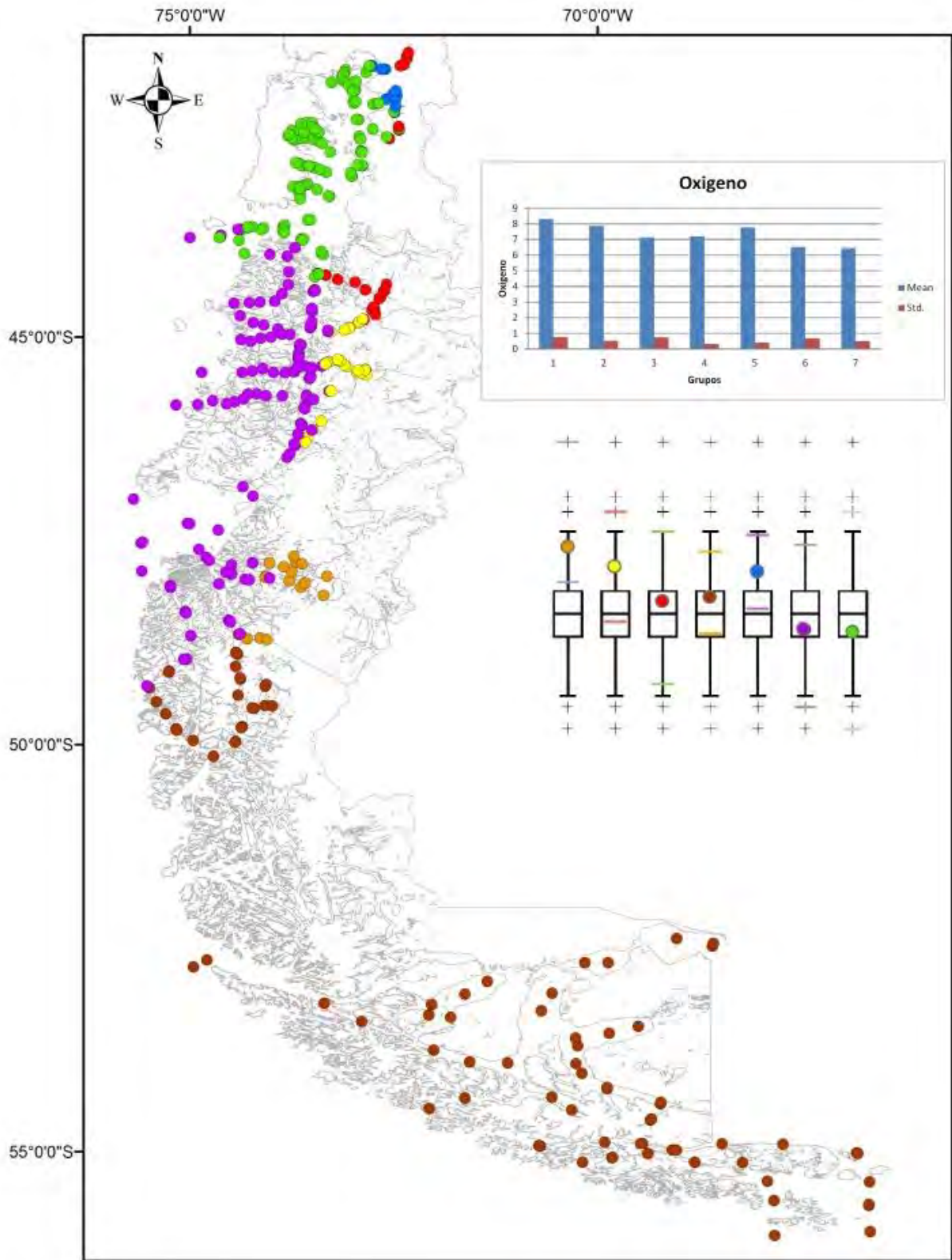


Figura 119. Resultados anuales obtenidos de la agrupación de salinidad, utilizando algoritmo Delaunay triangulation.

3.5.2.3.2. Zonificación estacional

Se generaron imágenes para la estación de primavera según la variable a considerar, incorporándose los reportes de los promedios y desviaciones estándar de cada grupo (Figura 120, Figura 121 y Figura 122).

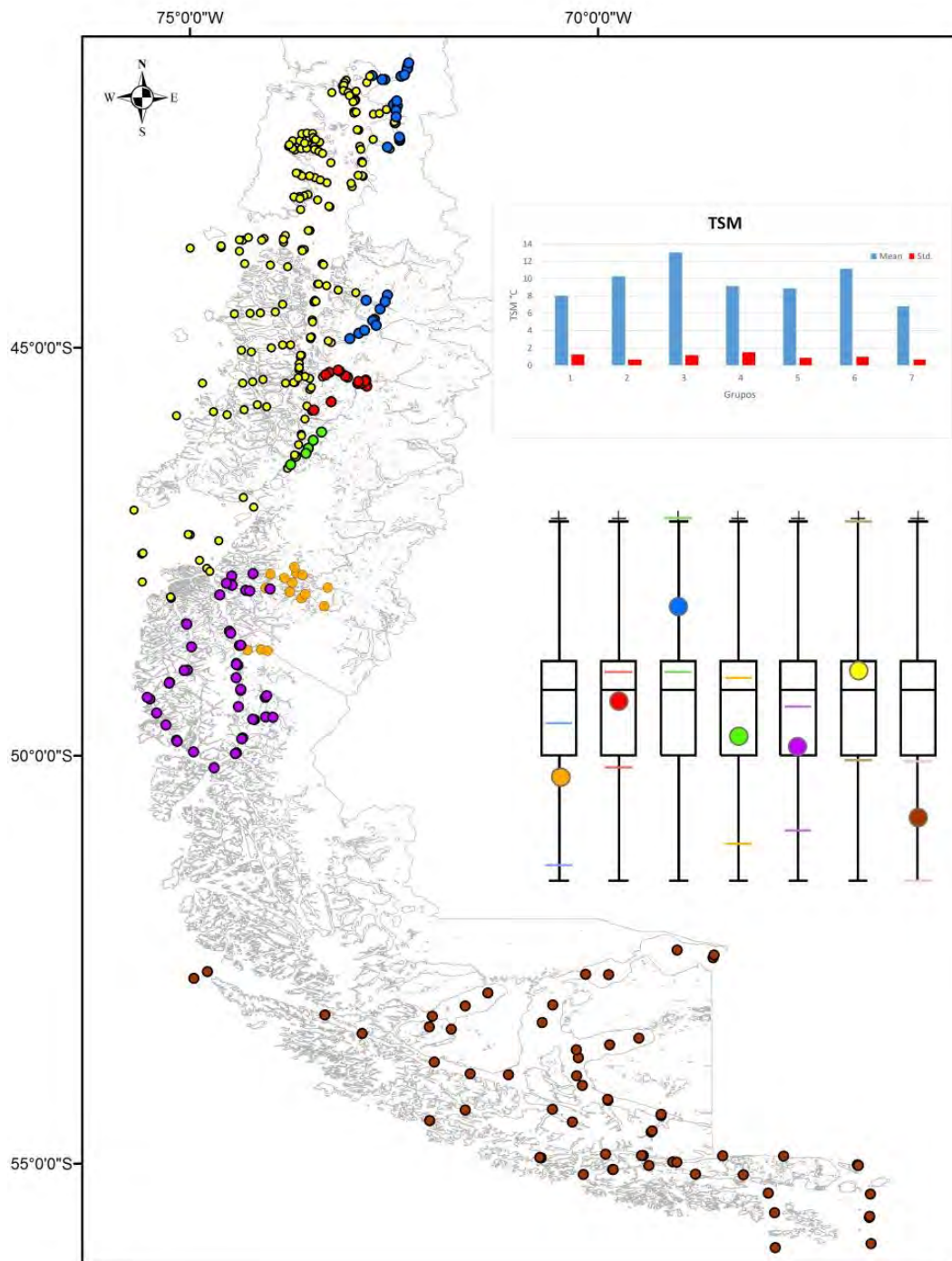


Figura 120. Resultados anuales obtenidos de la agrupación de TSM, utilizando algoritmo Delaunay triangulation.

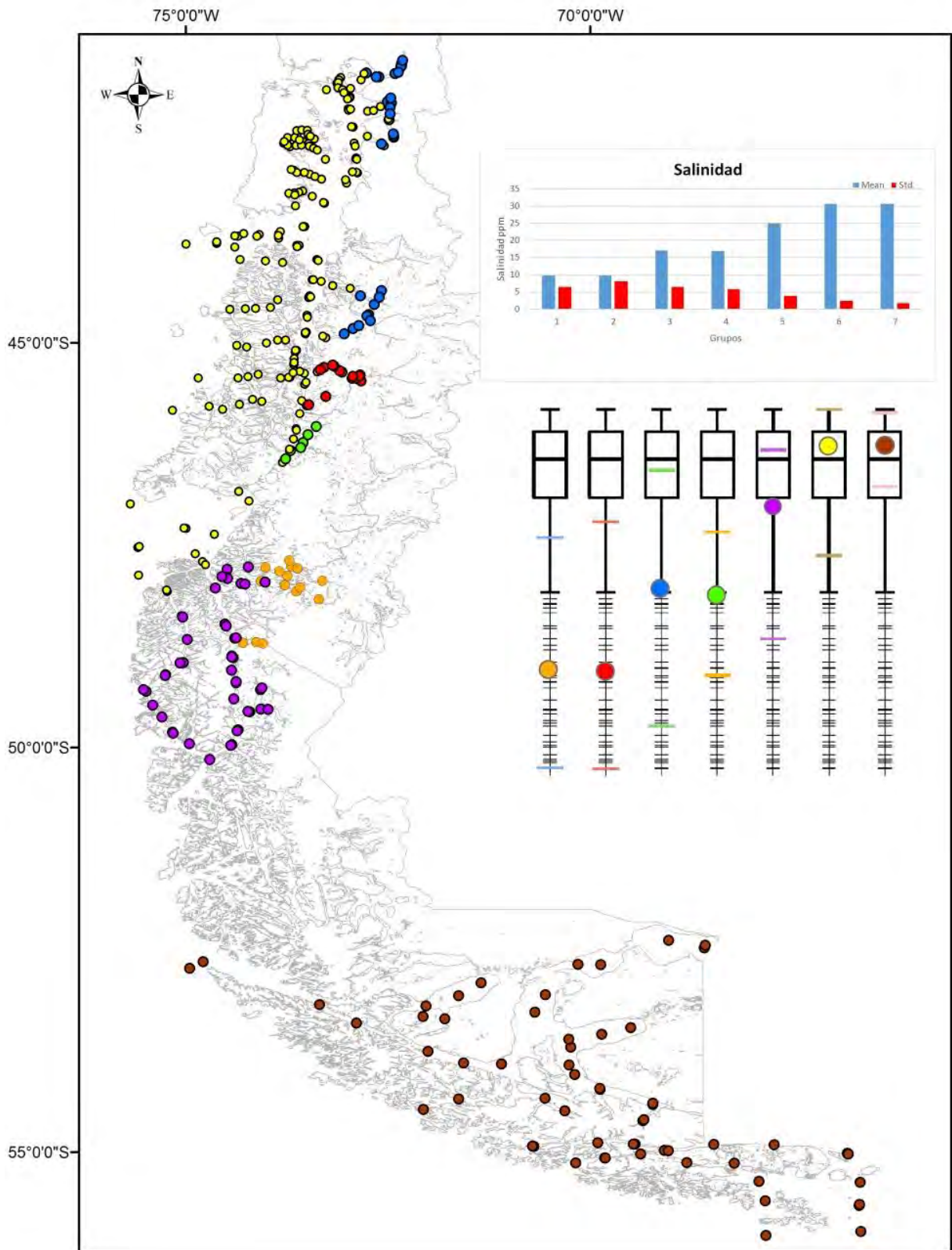


Figura 121. Resultados anuales obtenidos de la agrupación de Salinidad, utilizando algoritmo Delaunay triangulation.

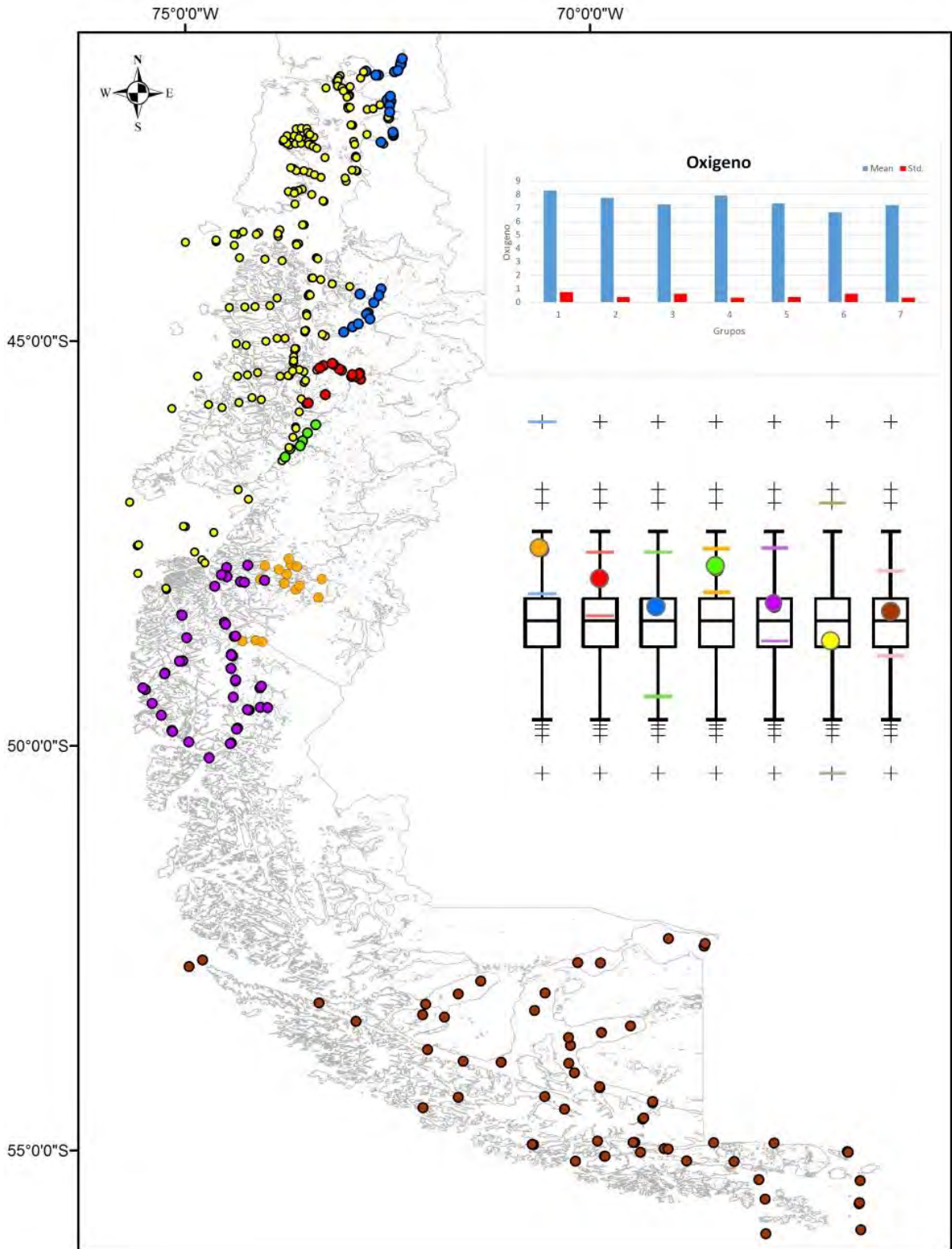


Figura 122. Resultados anuales obtenidos de la agrupación de Oxigeno, utilizando algoritmo Delaunay triangulation.

3.5.2.4. Zonificación biofísica integrada

Finalmente, se realizó la integración de las zonas y sus características físico-químicas obtenidas de las distintas bases de datos (satelitales, PMMR y CIMAR) con el fin de proponer una zonificación biofísica integrada tanto anual como estacional.

3.5.2.4.1. Zonificación biofísica integrada anual

Se consideraron las 7 zonas biofísicas anuales obtenidas de las imágenes satelitales (Figura 106), como base espacial para extraer en estas áreas, los valores medios y desviación estándar de variables oceanográficas de estaciones PMMR y CIMAR. La Figura 123 muestra la zonificación biofísica anual para 7 zonas biofísicas obtenidas de las imágenes satelitales, para las cuales se obtuvieron los valores promedio y desviación estándar (sd) de: TSM y Cloa satelital (2013-2015); salinidad, TSM y Cloa PMMR (2013-2015); y salinidad, TSM y oxígeno disuelto CIMAR (1995-2014). En la Figura 123 se observa una relativa consistencia entre los valores observados por las distintas fuentes (satelital, PMMR y CIMAR) en las zonas biofísicas. Por ejemplo, en la zona 3 se observa que la TSM promedio varía entre 6.67°C (CIMAR) hasta 7.6°C (satelital).

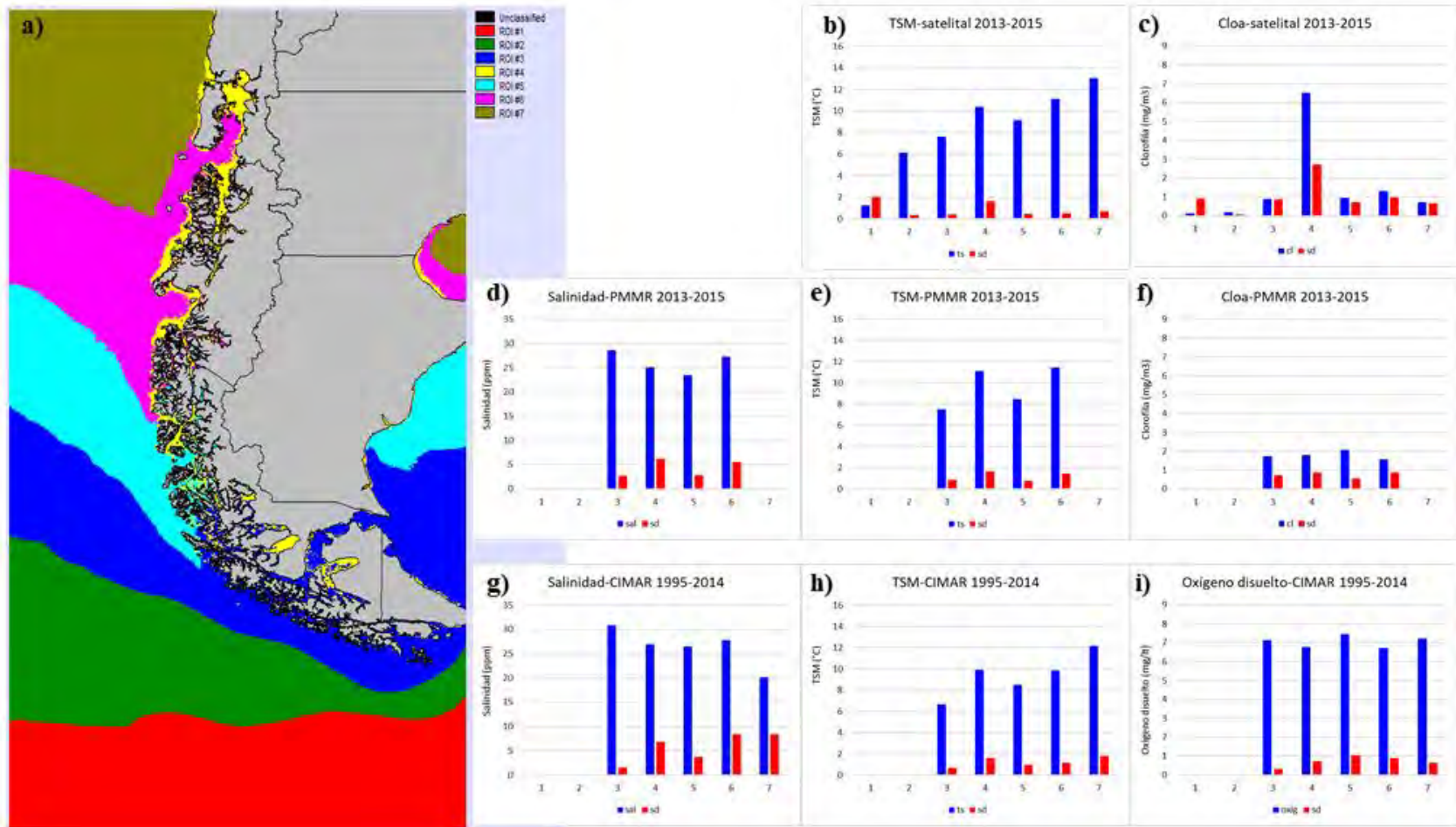


Figura 123. Zonificación biofísica anual por fuente de datos para 7 zonas obtenidas de las imágenes satelitales (a) y los valores promedio y desviación estándar (sd) por área de: b) TSM satelital 2013-2015, c) clorofila (Cloa) satelital 2013-2015, d) salinidad PMMR 2013-2015, e) TSM PMMR 2013-2015, f) Cloa PMMR 2013-2015, g) salinidad CIMAR 1995-2014, h) TSM CIMAR 1995-2014, i) oxígeno disuelto CIMAR 1995-2014.

Una vez agrupados los valores por clase o zonas biofísicas para las tres fuentes (satelital, PMMR y CIMAR), se estiman los valores promedio y desviación estándar para cada variable (TSM, cloa, salinidad y oxígeno disuelto). En la Figura 124 y Tabla 37 se muestra la zonificación biofísica integrada anual para las 7 áreas de la Figura 123, obtenida de los valores promedio y desviación estándar de la TSM, Cloa, salinidad y oxígeno disuelto registrados por las distintas fuentes: satelital 2013-2015, PMMR 2013-2015 y CIMAR 1995-2014.

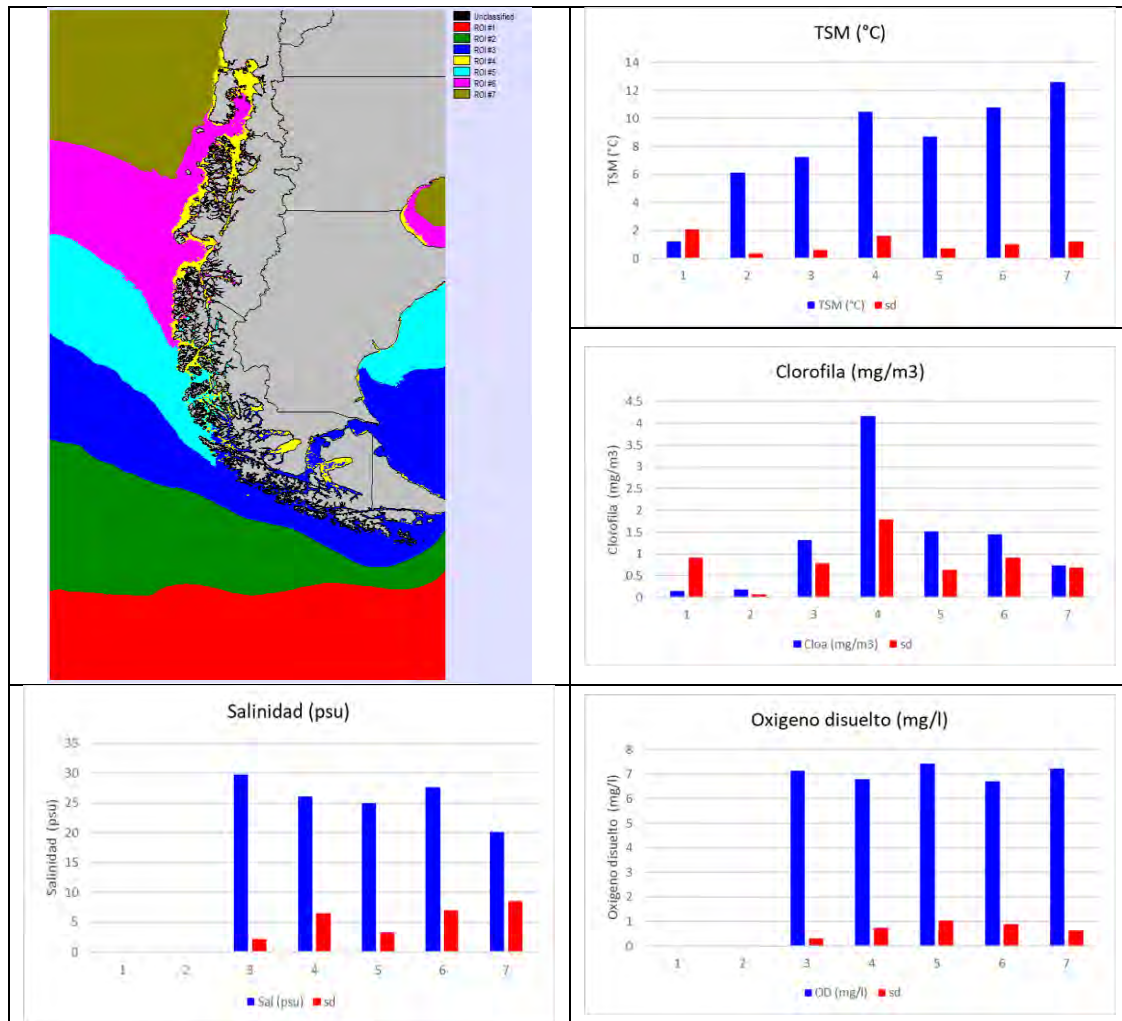


Figura 124. Zonificación biofísica integrada anual para las 7 áreas con sus valores promedios (barra azul) y desviación estándar (sd, barra roja) de la temperatura superficial del mar (TSM), clorofila, salinidad y oxígeno disuelto, obtenidos de la integración de las distintas fuentes: satelital 2013-2015, PMMR 2013-2015 y CIMAR 1995-2014.

Tabla 37. Zonificación biofísica integrada anual para las 7 áreas, obtenida de los valores promedio y desviación estándar (sd) de la TSM, Cloa, salinidad (Sal) y oxígeno disuelto (OD) registrados por las distintas fuentes: satelital 2013-2015, PMMR 2013-2015 y CIMAR 1995-2014.

Zona	TSM (°C)	sd	Cloa (mg/m ³)	sd	Sal (psu)	sd	OD (mg/l)	sd
1	1.23	2.06	0.15	0.91				
2	6.13	0.35	0.18	0.07				
3	7.26	0.63	1.32	0.79	29.75	2.15	7.15	0.31
4	10.47	1.64	4.17	1.80	26.04	6.49	6.78	0.74
5	8.72	0.74	1.52	0.64	24.98	3.27	7.44	1.03
6	10.80	1.04	1.45	0.92	27.56	6.98	6.71	0.89
7	12.59	1.23	0.73	0.68	20.16	8.47	7.23	0.65

3.5.2.4.2. Zonificación biofísica integrada estacional

La Figura 125 y Tabla 38 muestran la zonificación biofísica estacional de verano para 7 zonas biofísicas obtenidas de las imágenes satelitales, para las cuales se obtuvieron los valores promedio y desviación estándar (sd) de: TSM y Cloa satelital (2013-2015); TSM, Cloa y salinidad PMMR (2013-2015).

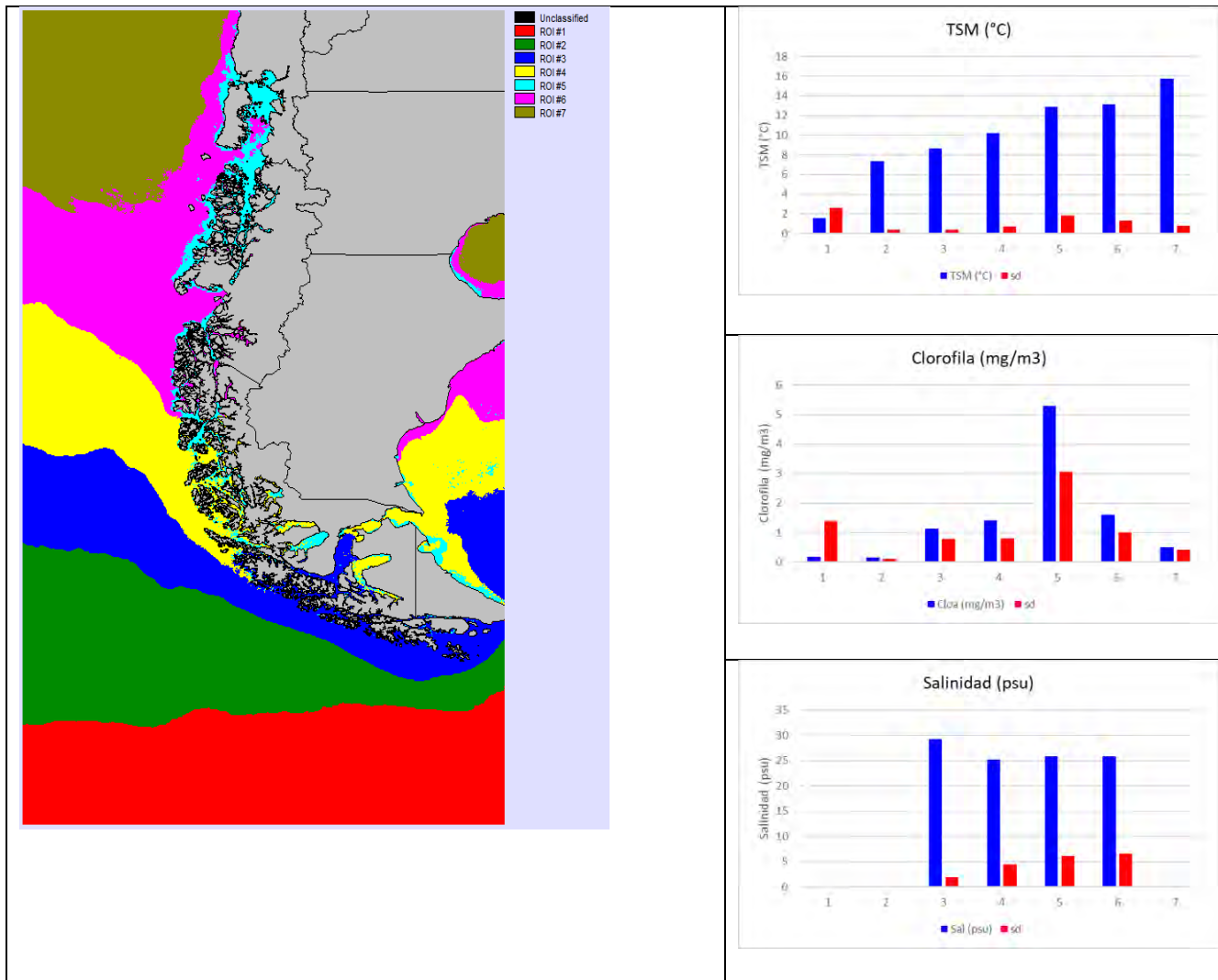


Figura 125. Zonificación biofísica integrada de verano para las 7 áreas con sus valores promedios (barra azul) y desviación estándar (sd, barra roja) de la temperatura superficial del mar (TSM), clorofila y salinidad, obtenidos de la integración de las distintas fuentes: satelital 2013-2015, PMMR 2013-2015 y CIMAR 1995-2014.

Tabla 38. Zonificación biofísica integrada estacional (verano) para las 7 áreas, obtenida de los valores promedio y desviación estándar (sd) de la TSM, Cloa y salinidad (Sal) registrados por las distintas fuentes: satelital 2013-2015 y PMMR 2013-2015.

Zona	TSM (°C)	sd	Cloa (mg/m ³)	sd	Sal (psu)	sd
1	1.59	2.60	0.18	1.40		
2	7.34	0.42	0.16	0.12		
3	8.63	0.39	1.12	0.78	29.25	1.89
4	10.19	0.70	1.42	0.81	25.23	4.42
5	12.87	1.86	5.30	3.05	25.85	6.13
6	13.17	1.33	1.61	0.99	25.80	6.57
7	15.73	0.79	0.50	0.41		

La Figura 126 y Tabla 39 muestran la zonificación biofísica estacional de otoño para 7 zonas biofísicas obtenidas de las imágenes satelitales, para las cuales se obtuvieron los valores promedio y desviación estándar (sd) de: TSM y Cloa satelital (2013-2015); y salinidad, TSM y Cloa PMMR (2013-2015).

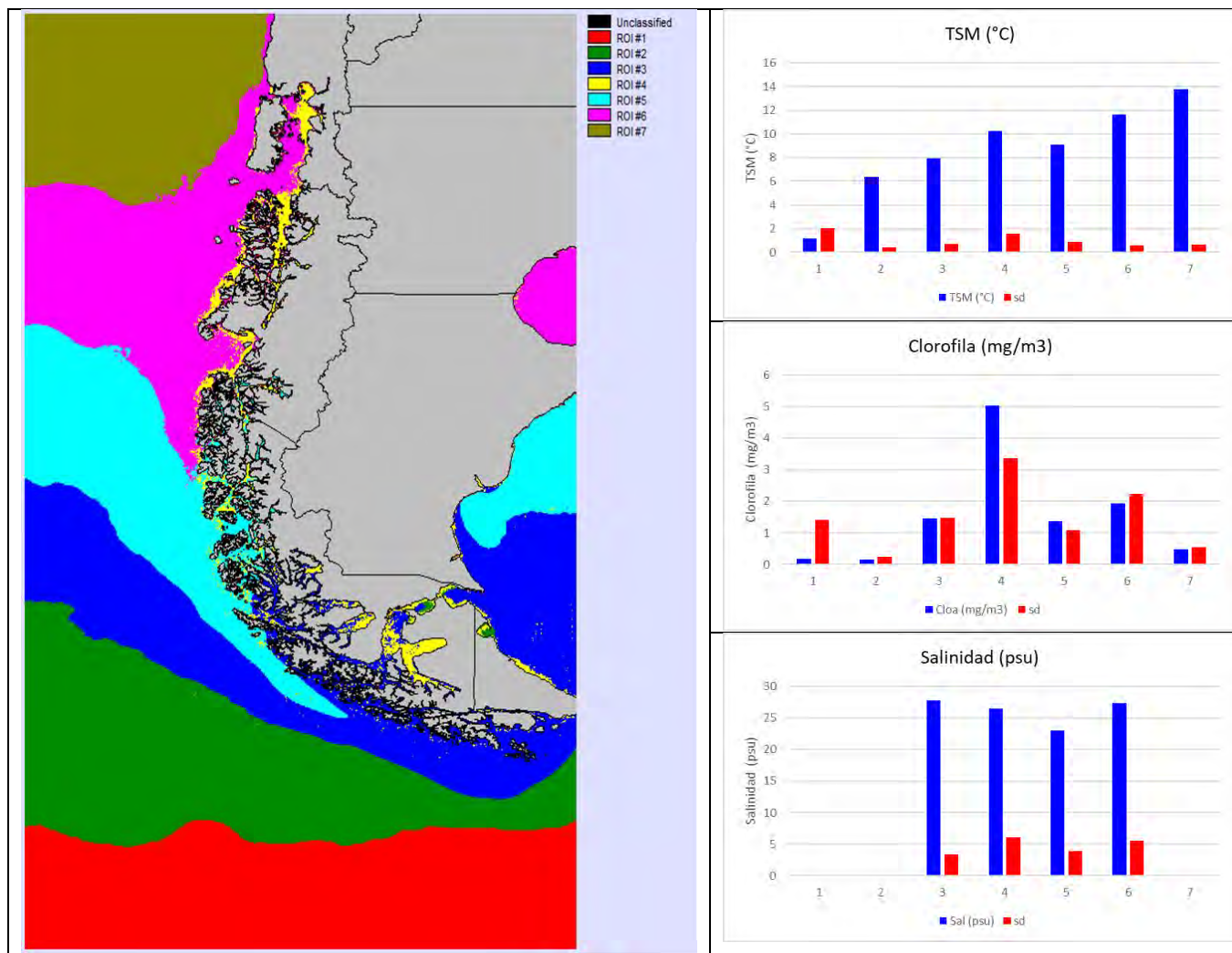


Figura 126. Zonificación biofísica integrada de otoño para las 7 áreas con sus valores promedios (barra azul) y desviación estándar (sd, barra roja) de la temperatura superficial del mar (TSM), clorofila y salinidad, obtenidos de la integración de las distintas fuentes: satelital 2013-2015, PMMR 2013-2015 y CIMAR 1995-2014.

Tabla 39. Zonificación biofísica integrada estacional (otoño) para las 7 áreas, obtenida de los valores promedio y desviación estándar (sd) de la TSM, Cloa y salinidad (Sal) registrados por las distintas fuentes: satelital 2013-2015 y PMMR 2013.

Zona	TSM (°C)	sd	Cloa (mg/m³)	sd	Sal (psu)	sd
1	1.15	2.02	0.18	1.41		
2	6.36	0.44	0.15	0.24		
3	7.91	0.70	1.46	1.48	27.83	3.44
4	10.22	1.55	5.04	3.37	26.50	6.05
5	9.10	0.90	1.38	1.09	23.04	3.94
6	11.61	0.60	1.93	2.24	27.33	5.53
7	13.76	0.62	0.48	0.54		

La Figura 127 y Tabla 40 muestran la zonificación biofísica estacional de invierno para 7 zonas biofísicas obtenidas de las imágenes satelitales, para las cuales se obtuvieron los valores promedio y desviación estándar (sd) de: TSM y Cloa satelital (2013-2015); y salinidad, TSM y Cloa PMMR (2013-2015).

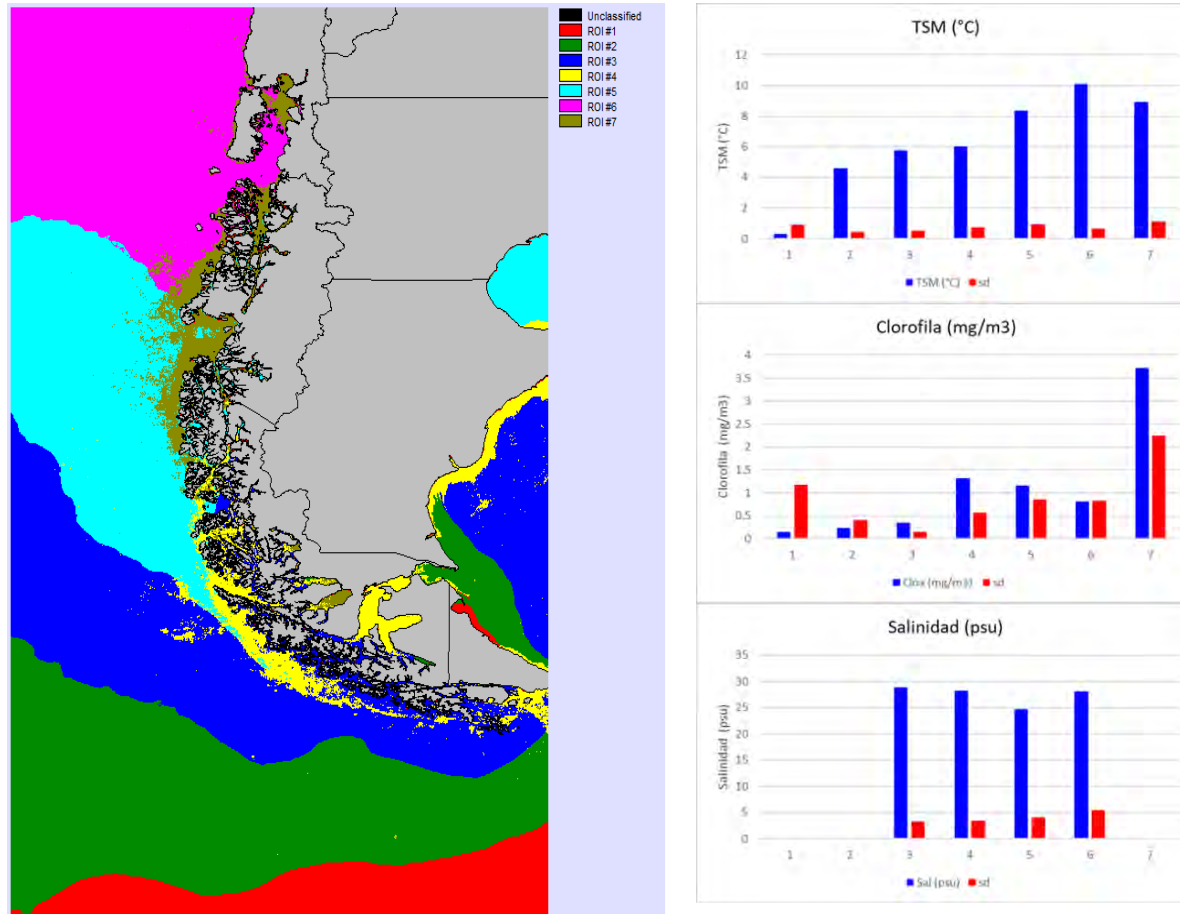


Figura 127. Zonificación biofísica estacional (invierno) para 7 zonas obtenidas de las imágenes satelitales (a) y valores promedio y desviación estándar (sd) por área de: b) TSM satelital 2013-2015, c) Cloa satelital 2013-2015, d) TSM PMMR 2013-2015, e) Cloa PMMR 2013-2015 y f) salinidad PMMR 2013-2015.

Tabla 40. Zonificación biofísica integrada estacional (invierno) para las 7 áreas, obtenida de los valores promedio y desviación estándar (sd) de la TSM, Cloa y salinidad (Sal) registrados por las distintas fuentes: satelital 2013-2015 y PMMR 2013.

Zona	TSM (°C)	sd	Cloa (mg/m³)	sd	Sal (psu)	sd
1	0.33	0.92	0.14	1.18		
2	4.61	0.45	0.23	0.40		
3	5.78	0.53	0.35	0.15	28.87	3.30
4	6.03	0.74	1.32	0.57	28.30	3.49
5	8.36	0.95	1.16	0.86	24.74	4.06
6	10.13	0.64	0.81	0.82	28.12	5.46
7	8.92	1.14	3.71	2.24		

La Figura 128 y Tabla 41 muestran la zonificación biofísica estacional de primavera para 7 zonas biofísicas obtenidas de las imágenes satelitales, para las cuales se obtuvieron los valores promedio y desviación estándar (sd) de: TSM y Cloa satelital (2013-2015); salinidad, TSM y Cloa PMMR (2013-2015); y salinidad, TSM y oxígeno disuelto CIMAR (1995-2014).

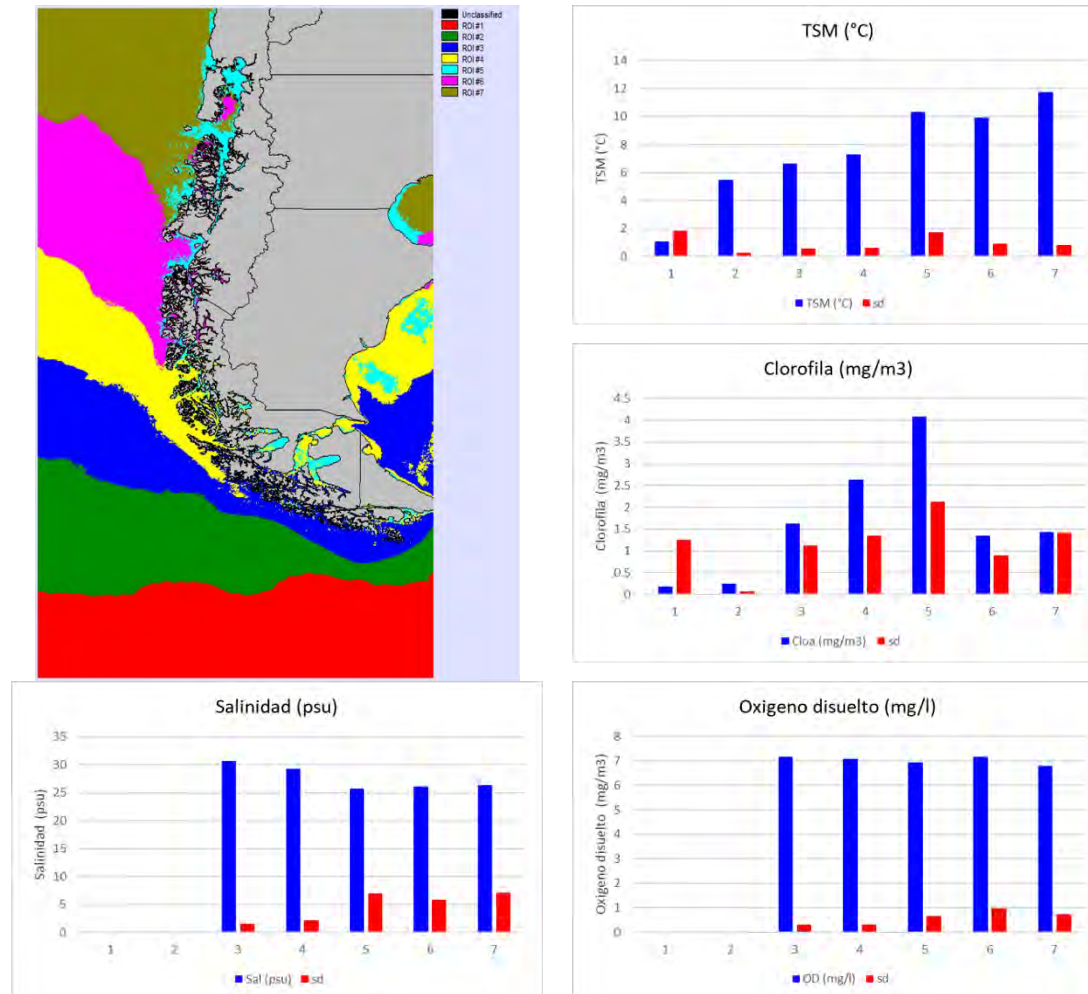


Tabla 41. Zonificación biofísica integrada estacional (primavera) para las 7 áreas, obtenida de los valores promedio y desviación estándar (sd) de la TSM, Cloa, salinidad (Sal) y oxígeno disuelto (OD) registrados por las distintas fuentes: satelital 2013-2015, PMMR 2013 y CIMAR 1995-2014.

Zona	TSM (°C)	sd	Cloa (mg/m ³)	sd	Sal (psu)	sd	OD (mg/l)	sd
1	1.07	1.81	0.18	1.26				
2	5.47	0.28	0.24	0.07				
3	6.64	0.56	1.63	1.12	30.63	1.49	7.16	0.32
4	7.29	0.63	2.63	1.36	29.31	2.22	7.09	0.33
5	10.33	1.71	4.08	2.14	25.66	6.97	6.94	0.67
6	9.90	0.90	1.36	0.89	26.10	5.84	7.16	0.98
7	11.74	0.81	1.44	1.42	26.33	7.15	6.80	0.75

3.5.3 Análisis de la variabilidad espacio-temporal de los datos ambientales

3.5.3.1. Temperatura superficial del mar (TSM)

La serie de imágenes promedio mensuales TSM MUR junio 2002-diciembre 2015 se importó a TerrSet para realizar los análisis de variabilidad espacio-temporal principalmente con Earth Trend Modeler (ETM) de TerrSet que es una revolucionaria herramienta de observación de la Tierra/ocean que permite modelar y analizar las tendencias de la Tierra y la dinámica de los ecosistemas. Primero se crearon las series de tiempo, para efectos de análisis estas series se construyeron desde el mes de enero del año inicial, por lo cual la serie que finalmente se analizó corresponde al período enero 2003 a diciembre 2015. Las 156 imágenes TSM se importaron y se generó una serie de tiempo (Figura 129a) y luego para efecto de análisis (FOE o PCA) se preprocesaron los datos para desestacionalizar la serie y así calcular las anomalías estandarizadas con el módulo **Deseason** de TerrSet (Figura 129b).

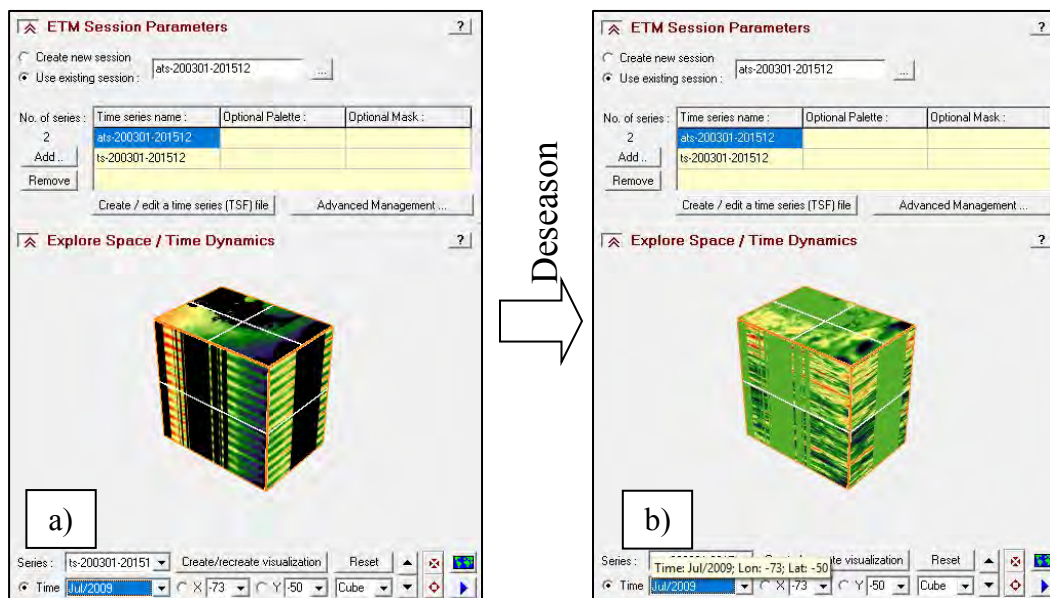


Figura 129. Cubos que muestran la dinámica espacio-temporal de las series de tiempo de las 157 imágenes TSM (a) y 157 imágenes de anomalía de TSM (b).

Explorando perfiles temporales en las anomalías de TSM

Con el panel para Explorar Perfiles Temporales de ETM se generaron gráficas lineales de perfiles a lo largo del tiempo para 11 áreas puntuales definidas sobre la serie de imágenes de anomalías mensuales TSM MUR para el período enero 2003 a diciembre 2015 (Figura 130). Se estimaron los perfiles temporales en la serie de anomalías de TSM 2003-2015 para las 11 áreas puntuales definidas que representan distintas localizaciones de la zona de estudio (Figura 130). En el largo plazo, se destaca que en todas las series de tiempo de las áreas puntuales se observa una tendencia al enfriamiento en la TSM entre el 2003 y 2015, excepto en el perfil 1 ubicado al norte de la zona de estudio donde se observa un leve aumento de 0.06°C en los 13 años. Las mayores tendencias de enfriamientos se observan en el perfil 8 (-1.06°C) ubicado ($75^{\circ}45'7''\text{W}$; $53^{\circ}1'S$) a 60 millas frente a la zona central de la Región de Magallanes y en el perfil 4 (-0.98°C) localizado ($73^{\circ}9'39''\text{W}$; $43^{\circ}6'2''\text{S}$) en la parte sur del mar interior de Chiloé (Región de Los Lagos). Las menores tendencias al enfriamiento son estimadas en los perfiles 5 y 6 ubicados al norte ($75^{\circ}26'12''\text{W}$; $44^{\circ}14'26''\text{S}$) y sur ($75^{\circ}3'12''\text{W}$; $44^{\circ}14'26''\text{S}$) de la Región de Aysén, respectivamente. En la escala interanual se observan años más cálidos en la mayoría de los perfiles, por ejemplo el 2003, 2004, 2005, 2006, 2008 y 2013. Mientras que los años bajo el promedio o fríos corresponden a 2007,

2009, 2010, 2011, 2012, 2014. Cabe destacar, que los años cálidos coinciden con los eventos El Niño de 2003, 2004 y 2006 y los fríos con los eventos La Niña de 2007, 2009 (primeros 5 meses), 2010, 2011 y 2012 registrados por el Centro de Predicción del Clima de la NOAA (ver Tabla de Eventos Fríos y Cálidos por Estación en:

http://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php).

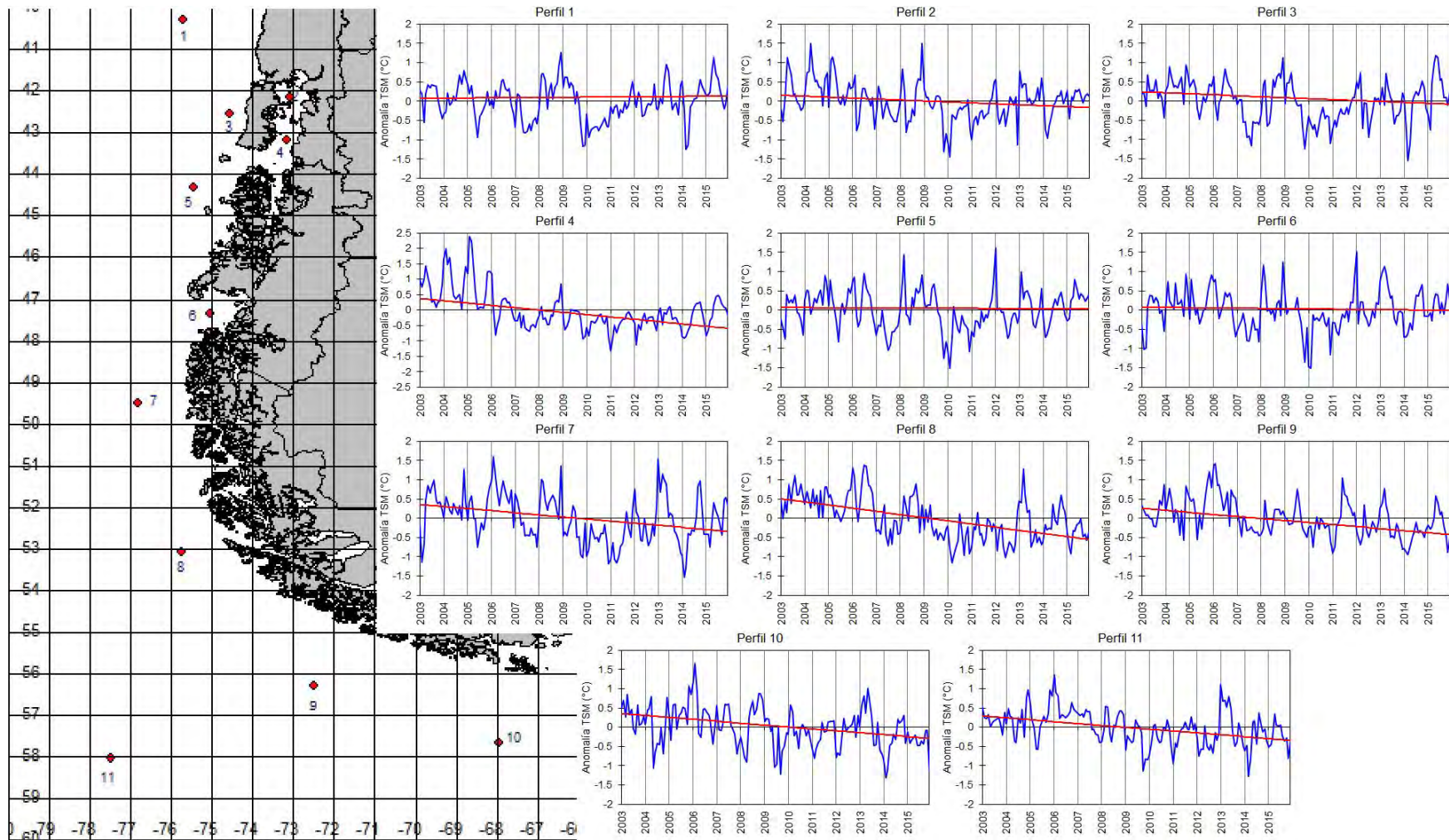


Figura 130. Mapa de localización y perfiles temporales de anomalías de TSM extraídos en 11 áreas de interés para el período 2003-2015. La línea roja indica la tendencia del tipo Theil-Sen.

Funciones ortogonales empíricas (FOE)

El análisis FOE o PCA busca patrones recurrentes de variabilidad en una serie de tiempo o entre un grupo de series. En este caso y con ayuda del módulo **PCA/EOF** del ETM de TerrSet (Figura 131), se analizó, tanto en modo espacial como temporal, la serie de tiempo de 157 imágenes de anomalías de TSM para el período 2003-2015.

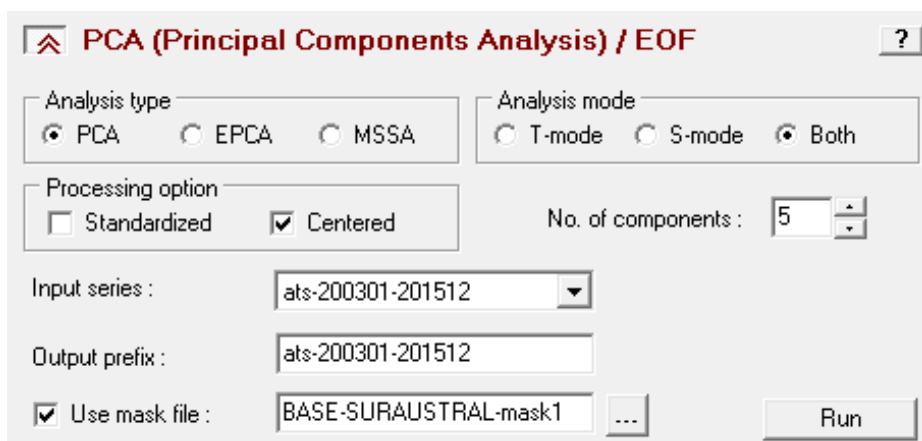


Figura 131. Módulo PCA/EOF.

Se generó y utilizó una máscara para limitar los análisis EOF a la zona marina chilena en estudio (se excluye zona marina argentina), la cual comprende la zona marina y costera (canales y fiordos) en estudio a una resolución espacial de 1 km excluyendo la zona marina Argentina (Figura 132).



Figura 132. Máscara base para la zona de estudio a una resolución espacial de 1 km.

Los resultados para el modo-espacial indican que el componente 1 (variabilidad de largo plazo) explica (47.96%) gran parte de la variabilidad, mientras que el componente 2 explica el 16.79% de la varianza de los datos (Tabla 42). Cabe destacar, que el modo espacial (S-mode) es comúnmente usado para estudiar procesos oceanográficos y meteorológicos con información satelital, dado que tienen un alto grado de coherencia espacial que permite reconocerlos en los patrones de variabilidad espacial presentados en los S-mode de la EOF (Bjornsson & Venegas 1997).

Tabla 42. Varianza explicada por cada componente para el análisis de la serie de tiempo de 157 imágenes de anomalías de TSM para el período 2003-2015.

S-MODE COMPONENT	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5
% VAR.	47.96	16.79	4.10	3.61	2.25
S-MODE EIGENVAL.	126179.9	44160.15	10776.35	9502.95	5912.71

Al igual que los perfiles temporales (Figura 130), los componentes gráficos del modo espacial para el análisis de la serie de tiempo de 156 imágenes de anomalías de TSM para el período 2003-2015, muestran que los patrones temporales en el espacio asociados a una tendencia al enfriamiento en los componentes 1 y 2 para el área marina chilena delimitada por la máscara (Figura 133). La carga del factor estandarizada indica la correlación entre la anomalía de TSM y el componente principal, obtenido por combinación lineal de las variables originales. Esta carga entrega información sobre la magnitud de varianza la cual es estandarizada para llevarla a valor de correlación. El componente 1 registra una tendencia al enfriamiento en el largo plazo en el área marina en estudio, no obstante que se manifiestan a escala interanual y mensual eventos cálidos (cargas positivas) y fríos (cargas negativas). Por ejemplo, se destaca en el largo plazo un período cálido entre 2003 y 2006 y un período frío entre 2009 y 2015. No obstante, a escala interanual se observa la presencia de años cálidos y fríos en la zona marina en estudio, por ejemplo los eventos cálidos de 2003 a 2006, 2008 y 2013, lo cual es observado en los perfiles temporales (Figura 130) y en el componente 1 (Figura 133). El componente 2 explica una parte menor de la varianza y se asocia principalmente a procesos estacionales y mensuales, no obstante, también muestra una tendencia al enfriamiento.

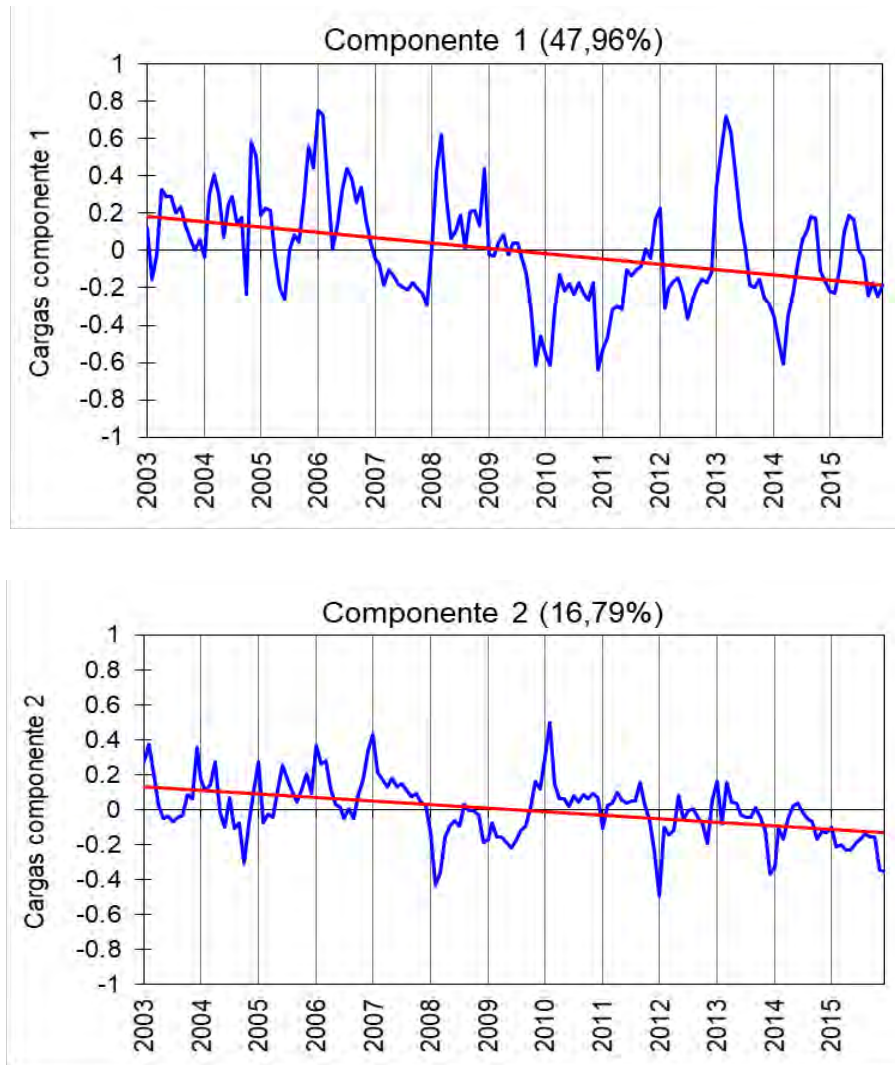


Figura 133. Componentes gráficos del modo espacial para el análisis de la serie de tiempo de 157 imágenes de anomalías de TSM para el período 2003-2015.

Las cargas (loadings) en el modo espacial (Figura 134), las cuales son representadas por imágenes estandarizadas que indican la correlación (valores 0 a 1), indican que para la zona marina en estudio la mayor carga o correlación, dicho de otra manera el área espacial que representa de mejor forma los componentes gráficos o serie de tiempo en el modo espacial de la Figura 130, se ubica entre los 41-53°C donde existen correlaciones de 0.6 a 0.74 para el componente 1 (Figura 134). De este modo, un pixel de la imagen del modo espacial con valor de carga (correlación) más alto, por ejemplo en la zona entre los 41-53°C, es indicativo de una mayor congruencia con la serie temporal, denotando así una menor variabilidad del modo

espacial de datos del componente 1. Para el componente 2 espacial, se obtienen correlaciones positivas al sur de los 50°S y al sur de las islas Desertores en el mar interior de Chiloé, mientras que al norte de los 50°S se obtienen correlaciones negativas, excepto en el mar interior de Chiloé y en la zona costera de los 40-43°S, indicando que en esta zona se representa de manera inversa a la serie temporal del modo espacial.

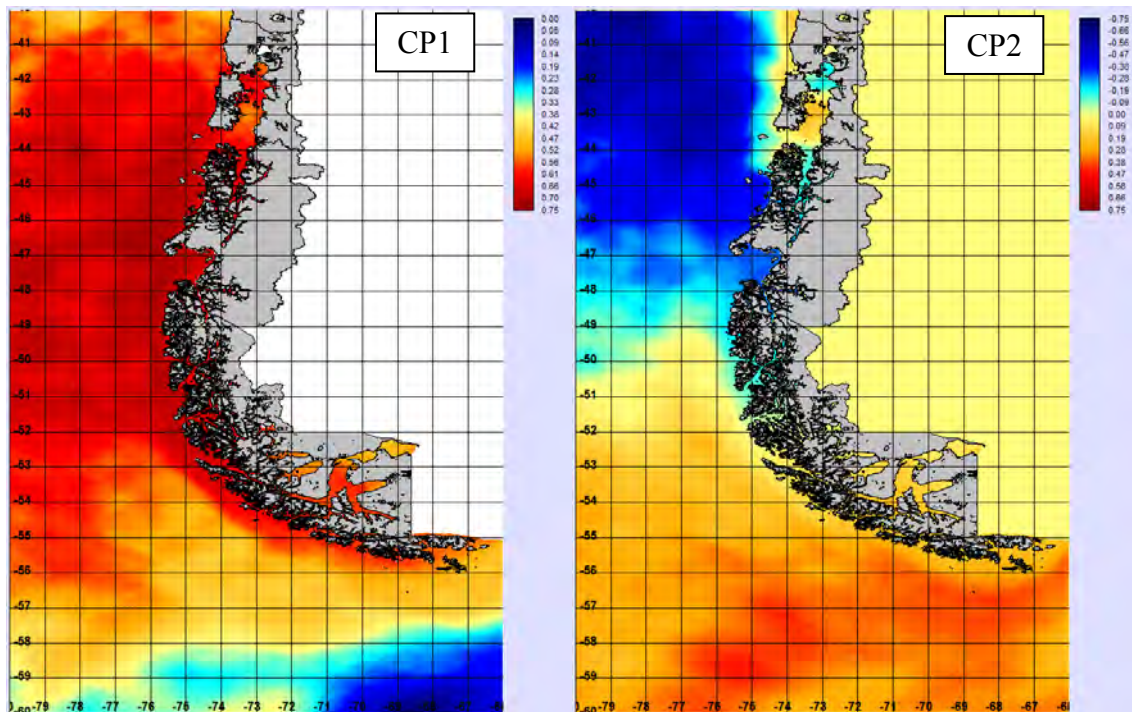


Figura 134. PCA Componentes 1 (47.96%) y 2 (16.79%), modo espacial, enero 2003 – diciembre 2015.

Los resultados para el modo-temporal indican que el componente 1 (variabilidad de largo plazo) explica (32.02%) la mayor parte de la variabilidad, mientras que el componente 2 explica el 9.43% de la varianza de los datos (Tabla 43). Cabe destacar, que el modo temporal (T-mode) es comúnmente usado por aplicaciones geográficas terrestres lo cual dificulta su interpretación en ciencias del mar.

Tabla 43. Varianza explicada por cada componente para el análisis de la serie de tiempo de 157 imágenes de anomalías de TSM para el período 2003-2015.

T-MODE COMPONENT	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5
% VAR.	32.02	9.43	6.66	4.22	3.19
T-MODE EIGENVAL.	7.13	2.10	1.48	0.94	0.71

Las imágenes de componentes en el modo-temporal (Figura 135) indican los patrones espaciales recurrentes sobre el tiempo. En el componente 1 de largo plazo se observa que la zona al sur de los 52°S es positivo el patrón por lo cual implica que se manifiesta en forma positiva con el gráfico de cargas del modo-temporal (Figura 136), mientras que al norte de los 52°S se manifiesta de forma negativa al gráfico de cargas. Al respecto, se observa que entre 2003 y 2008 la zona marina al sur de los 52°S se manifestó con anomalías positivas de TSM, no obstante que la tendencia de la zona es al enfriamiento o aumento de las anomalías negativas. Por el contrario, al norte de los 50°S la zona marina del modo temporal del componente 1 se presenta de forma negativa al gráfico de cargas, indicando que para esta área se manifiesta una tendencia al aumento de las anomalías de temperatura.

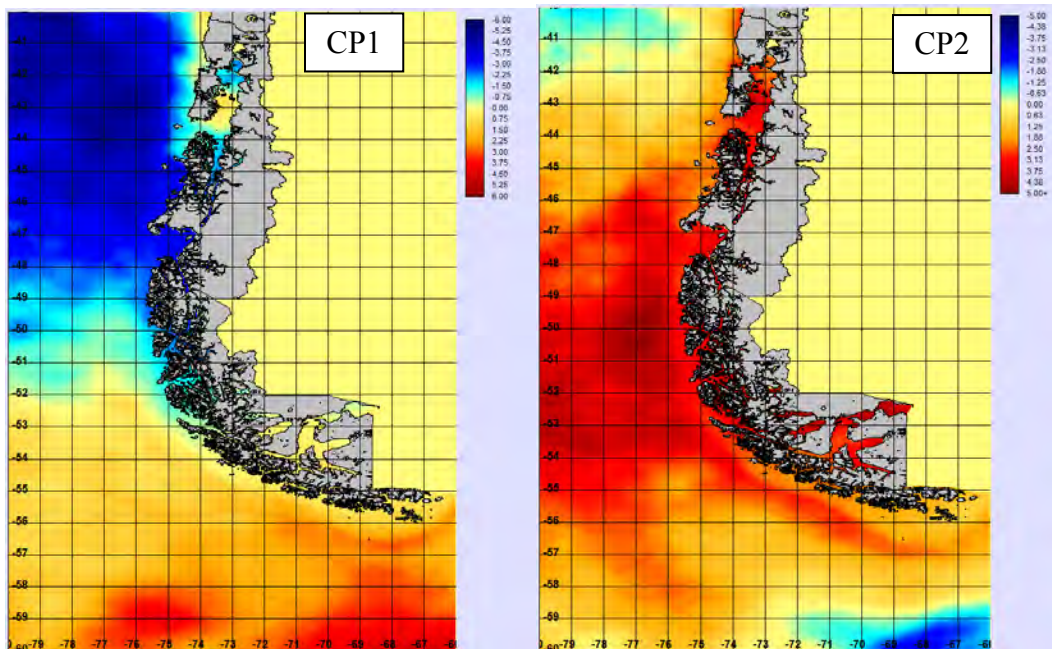


Figura 135. PCA Componentes 1 (32.02%) y 2 (9.43%), modo temporal, enero 2003 – diciembre 2015.

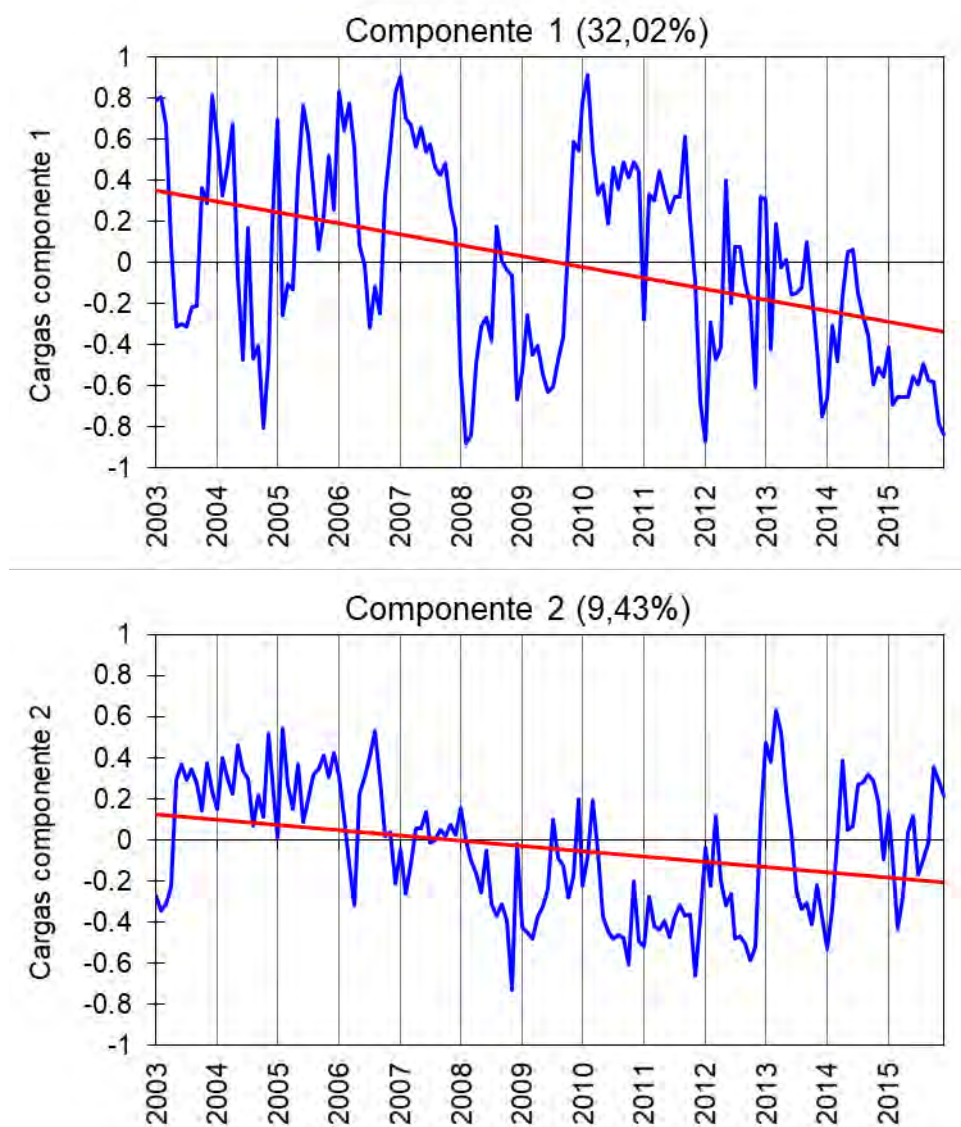


Figura 136. Cargas (loadings) en el modo temporal de los componentes 1 (CP1) y 2 (CP2) enero 2003 – diciembre 2015.

3.5.4 Generación de productos cartográficos

De la información generada en los objetivos anteriores, es posible originar productos cartográficos que pueden ser publicados en el visualizador institucional de SUBPESCA, además del entorno Desktop de ArcGis. En cuanto el desarrollo fundamental de los productos cartográficos es visto desde el enfoque de difusión en plataformas de acceso web, el desarrollo de las plantillas cartográficas durante el proyecto FIP 2014-76 se hace suficiente a nivel de diseño y generación de cartografía digital y en papel. Estas plantillas consisten en productos

*.mxt y *.mxd en dos formatos preestablecidos (A3 y A1) en horizontal y vertical, que contemplan los siguientes aspectos fundamentales de información de escala, formatos y fuentes:

- Escala 1:6.500.000, sin embargo, ésta está directamente relacionada con la variable medida.
- Los formatos de salida pueden ser jpg, pdf o gif. Depende de quien administra el Servidor.
- Las fuentes son letra Arial, en negrita, y las letras varían su tamaño entre 14 y 16 para leyendas y datos cartográficos y tamaño 36 para el título de la cartografía.

Estos protocolos se determinan satisfactorios para la elaboración de cartografía interna con estas variables de información, ya que a nivel institucional no existen lineamientos cartográficos normativos que contemplen reajustes de las plantillas desarrolladas.

A continuación se detallan algunos ejemplos de productos cartográficos que pueden generarse y servir como capas de información geoespacial para el Visualizador de Mapas, todos georreferenciados en Coordenadas UTM-18S (o latitud / longitud) y Datum WGS-84 (Figura 137, Figura 138 y Figura 139).

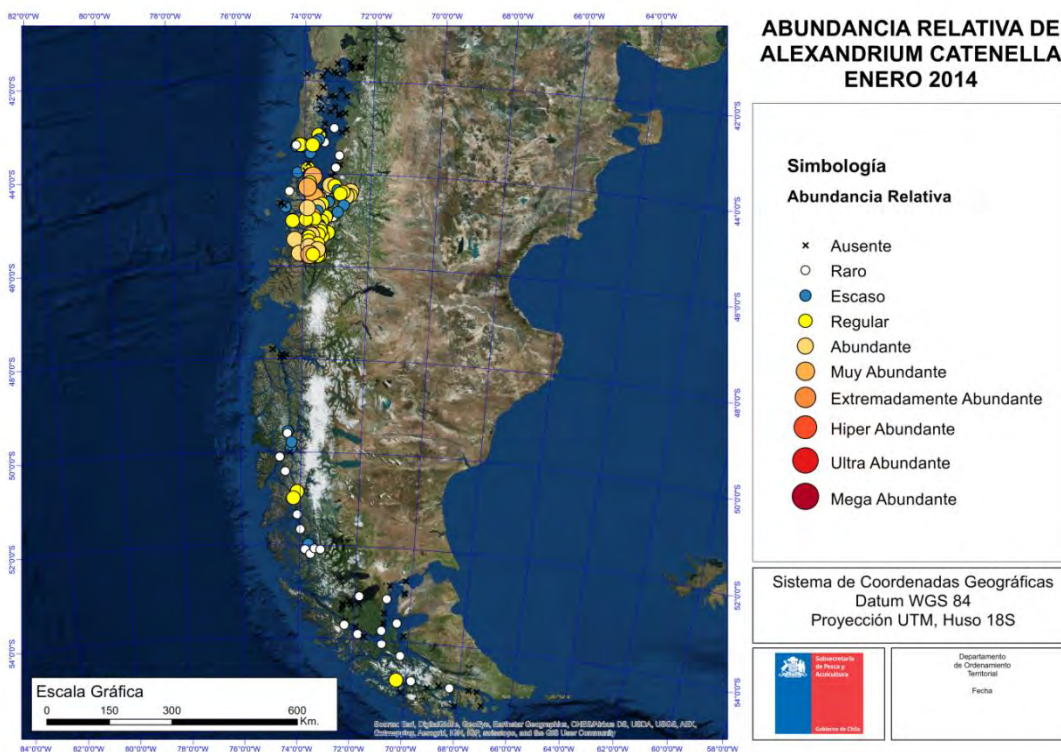


Figura 137. Ejemplo de cartografía para abundancia relativa de *Alexandrium catenella* (enero 2014) en formato de salida A3 – horizontal.

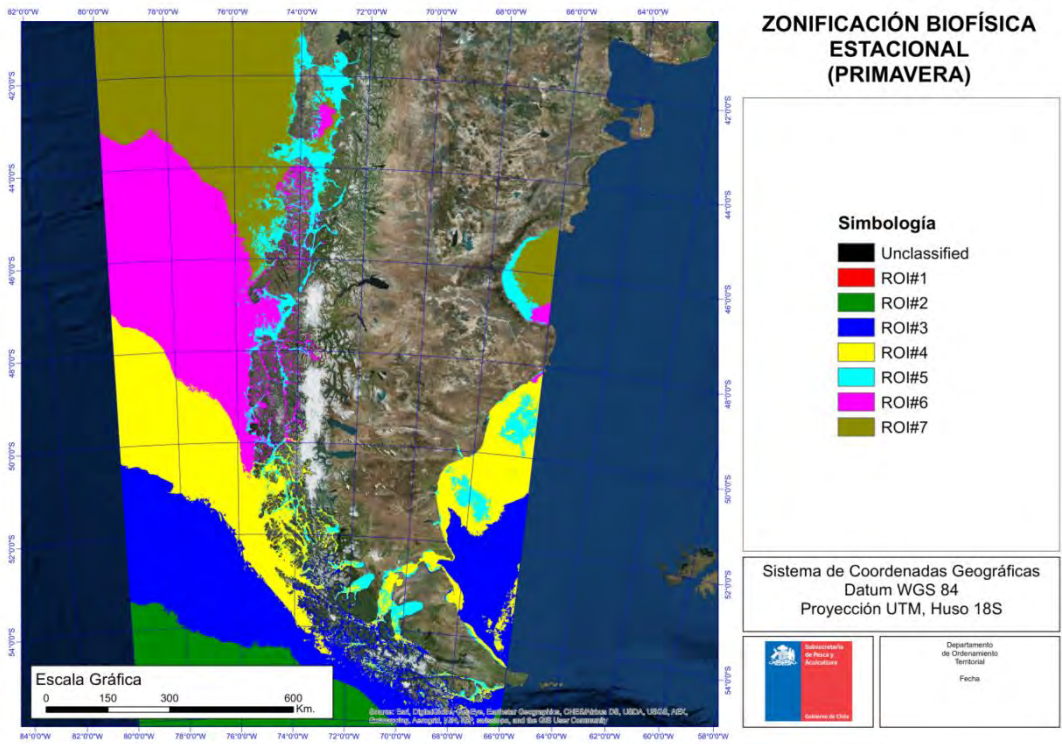


Figura 138. Ejemplo de cartografía para zonificación biofísica estacional (primavera) en formato de salida A3 – horizontal.

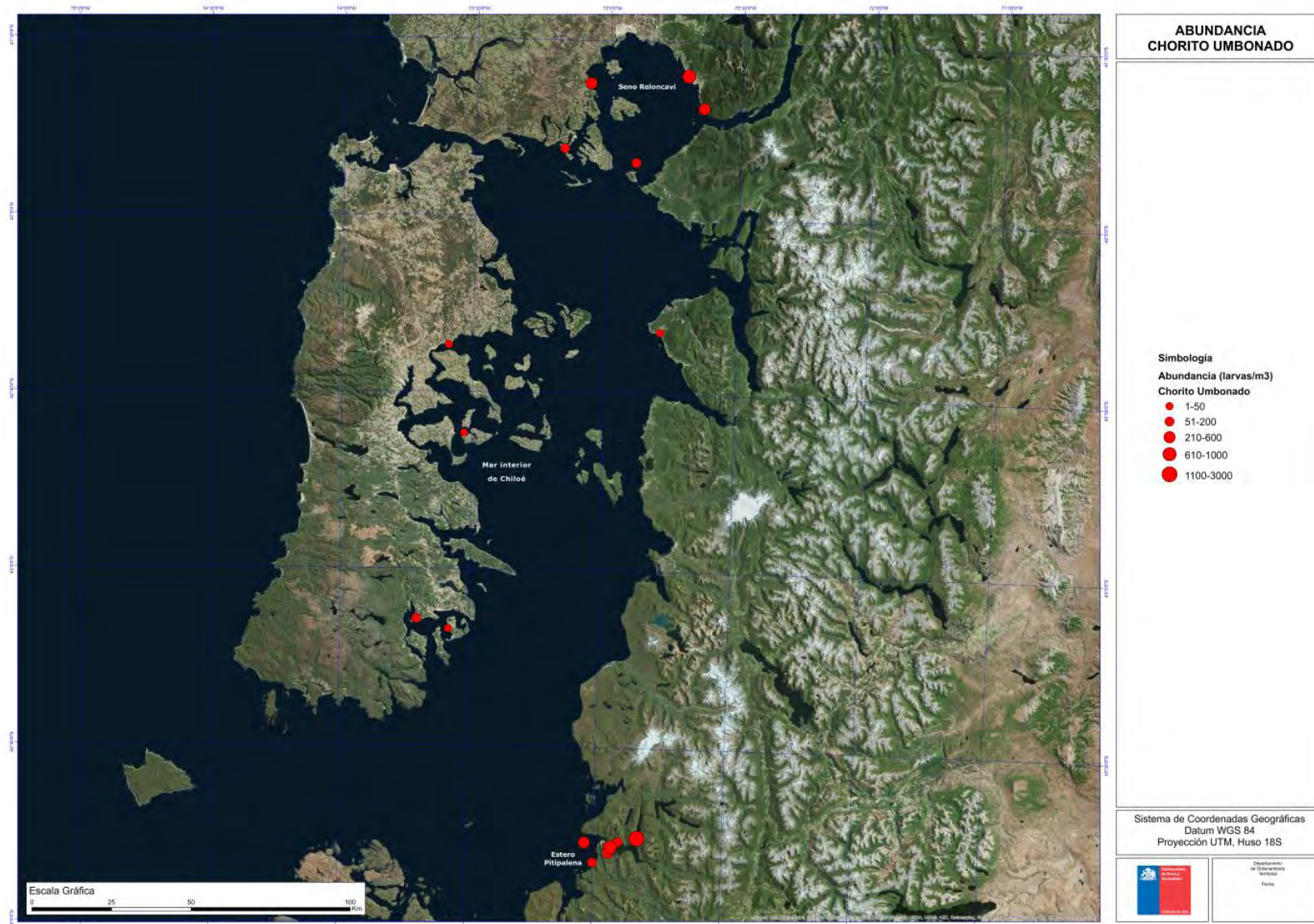


Figura 139. Ejemplo de cartografía para abundancia chorito umbonado (larvas/m³) en formato de salida A1 – horizontal.

Discusiones Objetivo 5

Zonificación anual de imágenes satelitales

Considerando la zonificación definida por Silva & Prego (2002) y a los resultados obtenidos de la clasificación ISODATA-MSV, se define la clasificación de 7 clases como la más representativa de las características, patrones y división fundamental de la zona de estudio. La variabilidad e influencia del continente Antártico es probablemente la responsable de los valores bajos de Cloa y TSM en la clase 1 de la zonificación anual, lo que sustenta que se nombre como zona de Aguas Oceánicas Antárticas (AOA). La clase 2 (valores verdes, Figura 106b) corresponde a una zona de aguas oceánicas intermedias entre la zona AOA y la zona Sur Austral Inferior (SAI). La clase 3 (valores azules, Figura 106b) representa la zona SAI de aguas oceánicas y costeras (canales, fiordos, bahías, otros) localizadas en la parte central y sur de la Región de Magallanes. La clase 4 (valores amarillos, Figura 106b) registra los valores más altos de Cloa y TSM y corresponde a zonas de Aguas Costeras de Alta Productividad (ACAP) distribuidas en áreas específicas de toda la zona de estudio.

La clase 5 (valores celestes, Figura 106b) se asocia a las aguas oceánicas y costeras de la zona Sur Austral Media Inferior (SAMI) distribuidas en parte de la subzona sur-glacial al norte de la Región de Magallanes, proyectándose hacia el oeste. La influencia de la subzona glacial es probablemente la responsable de los valores intermedios de Cloa y TSM de la zona costera. La clase 6 (valores rosados, Figura 106b) representa las aguas principalmente oceánicas y la influencia costera de la zona de Sur Austral Superior (SAS). La influencia de las aguas oceánicas de la zona SAS se proyecta hacia el mar interior sur de Chiloé y hacia el sur del Golfo de Penas. La clase 7 (valores café, Figura 106b) corresponde a la zona de Aguas Oceánicas con Influencia Subtropical (AOIS) distribuidas hacia el norte y oeste del área SAS. La influencia del agua subtropical es probablemente la responsable de los valores más altos de TSM del área de estudio y asociados con valores intermedios de Cloa.

Zonificación estacional de imágenes satelitales

Se define la clasificación de 7 clases para la zonificación estacional de imágenes satelitales (Figura 108). La clase 1 (valores rojo, Figura 109) corresponden a Aguas Oceánicas Antárticas y contiene los valores más bajos de TSM y Cloa para todas las estaciones del año.

La clase 2 (valores verdes, Figura 109) corresponde a una zona de aguas oceánicas intermedias entre la zona AOA y la zona Sur Austral Inferior (SAI) con baja Cloa e intermedia TSM. En general, la clase 3 (valores azul, Figura 109) representa la zona SAI de aguas oceánicas y costeras de la parte central y sur de Magallanes, la cual fluctúa, contrayéndose o expandiéndose dependiendo de la estación. La clase 4 (valores amarillos, Figura 109) tiene características y distribución distinta dependiendo de la estación del año. En verano representa aguas oceánicas y costeras, localizadas principalmente en la parte central y en algunas áreas interiores del sur de Magallanes. En otoño la clase 4 corresponde a las zonas de Aguas Costeras de Alta Productividad (ACAP) distribuidas en áreas específicas de toda la zona de estudio. En invierno la clase 4 se asocia a zonas costeras específicas de alta productividad localizada en Magallanes, caracterizada por alta Cloa e intermedia TSM. En primavera representa una zona de aguas oceánicas y costeras, localizadas principalmente en la parte central y en algunas áreas interiores del sur de Magallanes.

La clase 5 (valores celestes, Figura 109) tiene características y distribución distinta dependiendo de la estación del año. En verano la clase 5 corresponde a zonas ACAP distribuidas en áreas costeras específicas de toda la zona de estudio y asociadas a los valores más altos de Cloa de la estación y valores altos de TSM. En otoño representa una zona de aguas costeras y oceánicas localizadas principalmente en la parte norte de Magallanes con valores intermedios de Cloa y TSM. En invierno la zona se caracteriza principalmente por aguas oceánicas de Aysén y Magallanes. En primavera la clase 5 se asocia a zonas ACAP distribuidas en áreas costeras específicas de toda la zona de estudio y asociadas a los valores más altos de Cloa de la estación y valores altos de TSM.

La clase 6 (valores rosados, Figura 109) se asocia a la influencia de aguas oceánicas en zonas costeras de las regiones de Los Lagos y Aysén. La clase 7 (valores café, Figura 109) se caracteriza por Aguas Oceánicas con Influencia Subtropical (AOIS), distribuidas frente a la región de Los Lagos. En invierno la clase 7 se asocia a zonas ACAP distribuidas en áreas costeras específicas de toda la zona de estudio.

Zonificación anual de estaciones de muestreo PMMR

En la zonificación anual de estaciones oceanográficas del PMMR para 7 clases se destaca que la clase 1 abarca espacialmente o territorialmente el extenso territorio de la Región de Magallanes. La clase 2 presenta los valores más altos de clorofila y TSM, pero con baja salinidad. Cabe señalar que la agrupación identificó a esta clase 2 con una sola estación de muestreo. Las clases 3 y 4 al igual que la clase 2 están constituidas por una sola estación oceanográfica, con bajos valores de clorofila, TSM y salinidad. La Clase 5 se distribuye espacialmente en la zona de canales de la Región de Aysén, mientras que la clase 6 se distribuye territorialmente en una zona al sur de Chiloé y extremo norte de la Región de Aysén. Por último, la Clase 7 se extiende por el mar interior de Chiloé.

Zonificación estacional de estaciones de muestreo PMMR

En la zonificación estacional de estaciones oceanográficas del PMMR para 7 clases, las clases 1 y 2 se distribuyen espacialmente en la zona central de la Región de Magallanes y en el mar interior de Chiloé, respectivamente. La clase 3 presenta los valores más altos de clorofila de esta categoría territorial, con valores por sobre el promedio estacional de TSM y salinidad, distribuido espacialmente en la zona interior-central de la Región de Aysén. La clase 4 registra valores por sobre el promedio estacional, sin embargo, muestra valores bajos de TSM y salinidad posiblemente asociados a los deshielos de los campos de hielo de la zona. La clase 5 muestra valores muy cercanos al promedio, siendo un grupo extenso en términos territoriales, comprendiendo zonas del sur de Chiloé y zona centro norte de Aysén. La clase 6 se distribuye concentrado en la zona de canales del mar interior de Aysén y la clase 7 es el grupo más austral de la zonificación comprendiendo la zona sur de Magallanes.

Zonificación anual de estaciones de muestreo CIMAR

Los datos anuales de Temperatura Superficial del Mar, Salinidad y Oxígeno disuelto de estaciones de muestreo CIMAR permitieron obtener una clasificación de 7 clases que caracterizan en términos territoriales la zona de estudio.

En términos generales, se presentan distintas características para las tres variables oceanográficas, que varían sus valores tanto por sobre o bajo el promedio obtenido.

En primer término, las aguas interiores de la zona norte de la Región de Magallanes presentan características de aguas frías, menos salinas y altas en oxígeno. Esta condición se repite en zona de canales del sur de la Región de Aysén.

Esta condición se revierte en otras zonas más al norte de Aysén y Palena, con aguas más cálidas, alto en oxígeno y con valores bajos de salinidad.

La zona sur de Magallanes presenta un gran grupo que se define por valores bajo el promedio para TSM y salinidad, y alto en oxígeno disuelto.

Por otra parte, las aguas más oceánicas entre Aysén y Magallanes presentan valores de TSM cercanas al promedio, baja salinidad y oxígeno.

Zonificación estacional de estaciones de muestreo CIMAR

Los datos estacionales para primavera de temperatura superficial del mar, salinidad y oxígeno disuelto de estaciones de muestreo CIMAR se clasifican en 7 clases.

La clase 1 presentó las mismas características de grupo que la definida para la zona de canales interiores de la Región de Magallanes, es decir, registra valores de TSM y salinidad bajo el promedio estacional, mientras que el oxígeno disuelto está por sobre la media. Canales de Palena y Aysén, al igual que la zona anterior, coinciden en sus características de aguas más cálidas, alto en oxígeno y con valores bajos de salinidad.

Extremo sur de Aysén y zona norte de Magallanes bajos valores promedio para TSM y salinidad, y un valor de oxígeno disuelto por sobre el promedio estacional.

La clase más extensa, comprende un territorio que abarca desde Chiloé hasta Magallanes, se caracteriza por presentar valores por sobre el promedio estacional de TSM y salinidad, con bajos valores de oxígeno disuelto para el promedio estacional.

Finalmente, la zona sur de Magallanes presenta valores bajos de TSM y valores por sobre el promedio estacional para salinidad y oxígeno disuelto.

Zonificación integrada

A partir de las diversas fuentes (imágenes satelitales, programa monitoreo marea roja PMMR y cruceros CIMAR) disponibles de datos oceanográficos para la zona de estudio (Regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes), se crearon zonificaciones (anual y estacional) integradas que agrupa los valores por clase o zonas biofísicas para las tres fuentes, estimando los valores promedio y desviación estándar para cada variable (TSM, Cloa, salinidad y oxígeno disuelto). En la zonificación integrada anual (Figura 124) se puede observar el gradiente latitudinal de la TSM con bajos valores al sur de la zona de estudio y asociados a las frías (0-4°C) Aguas Oceánicas Antárticas (AOA) y con altos valores en la zona norte del área asociados a la influencia de las cálidas (14-17°C) Aguas Oceánicas con Influencia Subtropical (AOIS). La clorofila muestra los valores más bajos asociados a las aguas frías AOA, mientras que los valores más altos de Cloa se encuentran en las zonas de Aguas Costeras de Alta Productividad (ACAP) distribuidas en áreas específicas de toda la zona de estudio como fiordos, canales, islas y bahías. El oxígeno disuelto no registra grandes variaciones, fluctuando entre 6.71 (clase 6) y 7.44 mg/l (clase 5).

Cabe señalar, que se observa una relación o ensamble entre la zonificación biofísica anual integrada (Figura 124) y el área donde se producen los eventos de marea roja. Las estaciones de muestreo del PMMR donde se registra una mayor frecuencia de eventos de marea roja por *Alexandrium catenella* (por ejemplo ver Figura 137), están localizadas mayoritariamente en las zonas de ACAP definidas en la zonificación biofísica integrada anual (Figura 124) como la Clase 4 (registra los valores más altos de Cloa y TSM, y valores intermedios de salinidad) que se distribuye en áreas específicas de fiordos, canales e islas. Esta es una zona de transición con influencia de aguas oceánicas y continentales.

Diversos estudios se han desarrollado para definir una zonificación (i.e. clasificación en áreas de características similares) de los ecosistemas marinos de Chile, como por ejemplo los trabajos de Jaramillo *et al.* (2006), Häussermann & Försterra (comunicación personal, 2015) y Rovira &

Herreros (2016). El trabajo de Jaramillo et al. (2006) corresponde al proyecto FIPA N°2004-28 “Actualización y validación de la clasificación de las zonas biogeográficas litorales”, cuyo objetivo general fue actualizar la clasificación de las zonas zoogeográficas de la costa de Chile en base a factores físicos y biológicos. La zonificación incluyó bases de datos de rugosidad de la costa, ancho de la plataforma continental, vientos costeros, temperatura superficial del mar, radiación solar y concentración (satelital) de clorofila y de la distribución y abundancia de invertebrados y peces de ambientes inter y submareales y de fondos blandos y rocosos y base de datos de macroalgas. Para el área de estudio del presente proyecto FIPA N°2016-13 que corresponde a la zona sur de Chile (41°-60°S), Jaramillo et al (2006) identifican 3 ecorregiones o zonas zoogeográficas¹⁴: i) Zona VII (41°-48°S), ii) Zona VIII (48°-54°S) y iii) Zona IX (54°S hasta limite sur de Chile continental. Lamentablemente, y en contraste con la zonificación desarrollada en el presente proyecto FIPA N°2016-13, no se entrega información concreta de cuáles son los datos (especies y combinación de factores ambientales) utilizados para caracterizar cada una de las Zonas Zoogeográficas. Además, tiene la limitante de no abarcar las ecorregiones marinas chilenas oceánicas y representa una visión general (macroáreas) de las posibles unidades ecosistémicas distinguibles en la zona nerítica frente a Chile continental.

Por su parte, el grupo de investigación de Fundación Huinay liderado por la Dra. Vreni Häussermann y Günter Försterra elaboró un mapa de zonificación en base a 26 expediciones científicas en fiordos y canales del área marina Patagónica comprendida desde el 41°S hasta el limite sur de Chile continental (Dra. Vreni Häussermann comunicación personal en reunión en Escuela de Ciencias del Mar - PUCV, Valparaíso, 21 mayo 2017). El mapa de zonificación de la Dra. Häussermann, publicado en el estudio de Rovira & Herreros (2016), considera en la parte oceánica las 3 zonas biogeográficas o ecorregiones propuestas por Jaramillo et al. (2006) como válidas, sin embargo, subdividen el área interior de canales y fiordos en 8 ecosistemas o zonas homogéneas que dan cuenta de las diferencias de la vida en los bentos de la costa expuesta, de la existente en los canales y de la existente en los fiordos. La zonificación biofísica integrada anual (Figura 124) del presente proyecto basada en datos de TSM, clorofila, salinidad y oxígeno

¹⁴ Zona zoogeográfica: unidad espacial caracterizada por la formación de agrupaciones taxonómicas similares tanto en composición como número de especies y que está determinada por una combinación de factores ambientales que operan en escalas de decenas a centenas de kilómetros.

disuelto, tiene cierta coincidencia con los ecosistemas identificadas por Häussermann usando datos de bentos.

La última zonificación publicada a la fecha, es el trabajo desarrollado por Rovira y Herreros (2016). Estos autores realizan una clasificación de los ecosistemas marinos chilenos de la zona económica exclusiva en base a información de clasificaciones existentes de diversas fuentes, como batimetría, montes submarinos (Yáñez et al., 2008b), zonas de surgencia costera, hábitats bentónicos (Martínez-Tillería, 2015), zonas geográficas litorales (Jaramillo et al., 2016), ecorregiones marinas (Martínez-Tillería, 2015) y ecosistema de fiordos y canales (Häussermann & Försterra). Fue realizada durante el año 2015-16 por profesionales del departamento de Planificación y Políticas de Biodiversidad, de la División de Recursos Naturales y Biodiversidad del Ministerio del Medio Ambiente. La integración se hace con especialistas, oceanógrafos y ecólogos marinos a través de siete talleres realizados a lo largo del país durante el año 2015, sin embargo, la metodología empleada no es clara ni referenciada y no utilizan un enfoque estadístico de clasificación espacial como en el presente proyecto, sino que utilizan algebra de mapas con uniones y fusiones espaciales. Rovira y Herreros (2016) identifican 14 ecorregiones que a su vez son divididas en 93 ecosistemas considerando antecedentes de hábitats bentónicos, profundidad, substrato del fondo, zonas de surgencia y montes submarinos.

A diferencia de las clasificaciones de ecosistemas marinos chilenos publicadas por los diversos autores en documentos de literatura gris y no en artículos científicos en revistas SCI de alto impacto (esto es Jaramillo *et al.*, 2006, Häussermann & Försterra, 2015, Rovira & Herreros, 2016), la zonificación del presente proyecto FIPA N°2016-13 utiliza un método de identificación de regiones bio-físicas, donde las masas de agua tienen características físicas y biológicas similares, enfoque que a sido publicado en los trabajos de Saraceno et al. (2006) y Mustapha et al. (2015). En efecto, se aplica una metodología SIG de análisis espacial robusta para la clasificación de áreas geográficas como son las Máquinas de Soporte Vectorial (clasificación supervisada; Chang and Lin, 2001) y el método ISODATA (clasificación no supervisada; Tou and Gonzalez, 1974) para imágenes satelitales (TSM, clorofila, salinidad y oxígeno disuelto) y algoritmo Delaunay triangulation (clasificación vectorial no supervisado; Tsai, 1993) para vectores de estaciones de muestreo CIMAR y PMMR. No obstante, la

zonificación del presente proyecto tiene la debilidad frente a las otras clasificaciones que sólo utiliza 4 variables biofísicas (TSM, clorofila, salinidad y oxígeno disuelto) y no integra en el análisis espacial la distribución y abundancia de los recursos marinos (peces, invertebrados, algas) los tipos de fondos o hábitat bentónicos, entre otras.

Análisis variabilidad espacio-temporal de la temperatura superficial del mar (TSM)

Del análisis de perfiles temporales de la anomalía de TSM, se observa una tendencia al enfriamiento en la mayoría de los perfiles temporales de las series de tiempo, no obstante, la magnitud de ésta y su pendiente varía según su localización, desde un leve calentamiento ($+0.06^{\circ}\text{C}$) en el perfil 1 (límite norte de la X Región) hasta un enfriamiento de -1.06°C en el perfil 8 (zona oceánica frente 53°S) para el periodo 2003-2015. Al sur de los 49°S se observan las mayores tendencias negativas, no obstante que el perfil 4 localizado (43°S) en el mar interior de Chiloé al sur de Islas Desertores presenta una tendencia (-0.8°C) negativa similar (Figura 130). Los perfiles 2 (norte de Islas Desertores) y 3 (sector oceánico de Isla de Chiloé) también presentan una tendencia negativa pero más moderada, mientras que los perfiles 5 y 6 muestran leves tendencias negativas.

Cabe destacar, que la tendencia al enfriamiento o disminución de la TSM estimada en los perfiles temporales en la zona sur-austral ya ha sido observada (Falvey and Garreaud, 2009; Garreaud and Falvey, 2009; Garreaud, 2011) no obstante, el calentamiento global y cambio climático que afectan el planeta evidenciando una tendencia al aumento de la temperatura del aire y del mar. En efecto, en el hemisferio sur donde la superficie oceánica es mucho mayor, el calentamiento es menos extendido e incluso se evidencia una banda circumpolar de enfriamiento cerca de la periferia antártica que se extiende a lo largo de la costa oeste de Sud América (Garreaud and Falvey, 2009). De este modo, la tendencia al enfriamiento observado en los perfiles temporales se explicaría por la influencia que tendría la disminución de la temperatura en la periferia de la antártica en la zona marina en estudio. Este enfriamiento se atribuye al cambio climático global (Falvey & Garreaud 2009) que ha intensificado los vientos del sur a lo largo de la costa debido a una expansión hacia el sur de la zona de influencia del anticiclón subtropical del Pacífico sur oriental, un rasgo de gran escala consistente con un “calentamiento global”.

3.6. Objetivo específico 6. Reforzar las capacidades técnicas en los profesionales responsables de administrar y procesar el sistema de automatización implementado.

Para cumplir con este objetivo se realizó el Curso de Capacitación "**Herramientas estadísticas para el análisis de ecosistemas marinos**". Curso teórico-práctico de 50 horas en total, dirigido los profesionales de la División de Acuicultura de SUBPESCA, con el objetivo de desarrollar las habilidades de programación y modelado estadístico utilizando el programa de libre acceso R (Project for Statistical Computing), así como también las capacidades de visualizar espacialmente el resultado del modelado estadístico. Este curso fue realizado por cinco profesionales de distintas Unidades pertenecientes a SUBPESCA, que en un principio dos de ellos tuvieron que ser reemplazados a petición de SUBPESCA (Jonathan Castillo por término de contrato con el mandante el 30 de abril 2017 y Gabriela Romero a causa de una Pasantía por tres meses en Programa de la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos de la Comisión Permanente del Pacífico Sur. Las profesionales incorporadas fueron: Constanza Landeros y Flor Uribe (Anexo 6. Objetivo 6. [Justificación reemplazo alumna](#)).

El contenido en general del curso de capacitación está basado en el correcto uso de R (entorno y lenguaje de programación con un enfoque al análisis estadístico) para poder implementar técnicas de análisis y modelado de datos biológicos relativos a calibrar y validar modelos estadísticos que ayuden al entendimiento y predicción de los fenómenos ecológicos a estudiar.

3.6.1 Software disponible para la capacitación

Para el desarrollo de este curso se utilizaron los programas R (R Cran Project) y la interfaz gráfica Rstudio, que como se mencionó anteriormente, es un entorno de software libre para la computación estadística y gráfica. Complementario a esto, se trabajó con ESRI Chile, proveedor del Sistema de Información Geográfica (SIG) ArcGIS, para la adquisición de la extensión Spatial Analyst que son compatibles con el hardware y software SIG disponibles en el departamento de ordenamiento territorial de SUBPESCA. Para la parte de estadística geoespacial se adquirieron 3 licencias del software GS +10.0 ([Anexo 7](#)) que fueron entregadas oficialmente al Sr Luis Carroza (Director FIPA) el 12 de diciembre 2016, junto con las instrucciones para la descarga e instalación del software ([Anexo 8](#)) de los cuales se acusó recibo

y fueron instalados en la Unidad de Ordenamiento Territorial División Acuicultura de SUBPESCA.

3.6.2 Infraestructura y equipos informáticos

Para la ejecución del curso, se hizo uso de los laboratorios y equipos informáticos de la sala multimedial en las dependencias de la Escuela de Ciencias del Mar de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Al respecto, la Escuela posee 15 computadores los cuales estuvieron a disposición de este curso (Tabla 5, ver sección 2.6.1, Capítulo 2 Metodología), lo que permitió contar con las capacidades para trabajar información geoespacial e imágenes satelitales en los software requeridos (ArcGIS y GS+10) por el mandante y análisis estadísticos con el software R, otorgando mayor rapidez en los procedimientos así como mejor visualización de los resultados e imágenes en apoyo a la capacitación.

3.6.3 Programa del curso

La coordinación de este curso estuvo a cargo del Académico PUCV y jefe de este proyecto el Dr. Claudio Silva G. El curso de capacitación fue realizado en forma exitosa. Se efectuaron en total 13 medias jornadas de capacitación (4 hrs cada una) (Anexo 6. Objetivo 6. [Programa del curso](#)) con clases que se impartieron los viernes de cada semana, comenzando el 31 de marzo de 2017 y finalizando el 23 de junio de 2017. (Anexo 6. Objetivo 6. [Cronograma del curso](#)).

3.6.4 Metodología de enseñanza y Evaluación del aprendizaje

La enseñanza del curso se basó en:

- Clases Expositivas (**CE**), durante las cuales se entregan los elementos centrales del tema propuesto para la unidad.
- Laboratorios orientados a tratamiento de información (**LAB**).

El curso de capacitación constó de 9 Unidades Temáticas (Anexo 6. Objetivo 6. [Programa del curso](#)). Las clases expositivas se efectuaron en forma paralela a las clases prácticas y los trabajos dirigidos. Además se entregaron guías en cada jornada de capacitación y como producto final del curso, un manual (el cual se entrega adjunto en formato PDF a este Informe final), con todos los contenidos desarrollados, incluyendo los scripts del programa R (Figura 140).

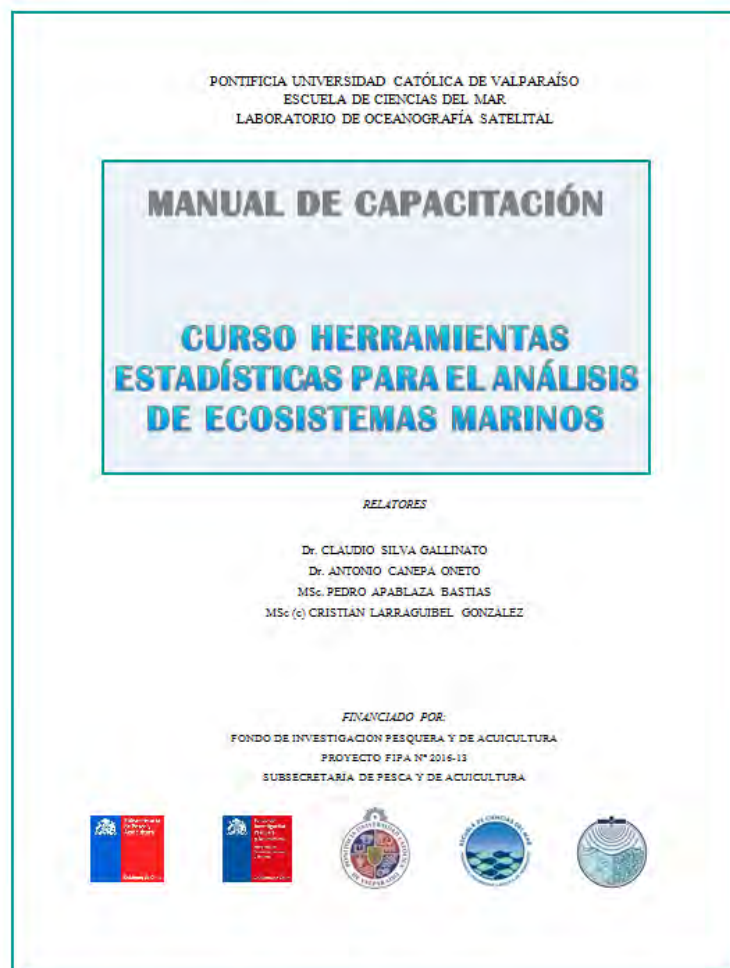


Figura 140. Portada del manual del curso de capacitación realizado a los profesionales de SUBPESCA.

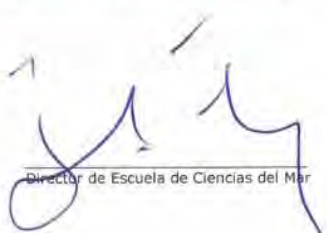

La aprobación del estudiante requirió el cumplimiento de la rendición de 3 controles con igual ponderación, además de una asistencia mínima del 75% (3 días inasistencia). Estos requisitos entregaron como resultado 4 alumnos aprobados y 1 alumno reprobado (Figura 141).

ACTA ACTIVIDAD EXTENSION ACADÉMICA

CURSO HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA EL ANÁLISIS DE ECOSISTEMAS MARINOS
Escuela de Ciencias del Mar

Nº DICTACIÓN: 1
Nº DE HORAS CRONOLÓGICAS: 50
FECHAS: 31/03/2017 - 23/06/2017
NÚMERO D E RESOLUCIÓN : 27/2017
ACADÉMICO RESPONSABLE: SILVA GALLINATO CLAUDIO
Apablaza Bastias Pedro ALEJANDRO
Canepa Oneto Antonio Jesús
RELATOR(ES): LARRAGUIBEL GONZÁLEZ CRISTIAN ROBERTO
SILVA GALLINATO CLAUDIO

IDENTIFICADOR	LISTA DE ESTUDIANTES INSCRITOS		ASISTENCIA	ESTADO
	NOMBRE DE ESTUDIANTE	CALIFICACIÓN		
17559995-9	LANDEROS RODRÍGUEZ CONSTANZA	5.8	83%	Aprobado
17432105-1	NARANJO CASTRO JORGE FERNANDO	6.1	92%	Aprobado
16482826-3	SAN PEDRO MAYER DAISY ASTRID	5.9	83%	Aprobado
12892134-6	SEGURA VERGARA DANIEL RIGOBERTO	5.7	75%	Aprobado
13436733-8	URIBE RUIZ FLOR VERONICA	1.0	25%	Reprobado

Director de Escuela de Ciencias del Mar
 CLAUDIO SILVA GALLINATO

Figura 141. Acta del curso de capacitación firmada por el Director de la Escuela de Ciencias del Mar (Dr. Samuel Hormazábal F.) y el académico responsable del curso (Dr. Claudio Silva G.). En la figura se puede observar toda la información referida al curso dictado, incluyendo los resultados obtenidos por los alumnos, en donde se puede distinguir en rojo al alumno reprobado.

3.6.5 Aula Virtual

El curso de capacitación fue apoyado en forma exitosa con el uso complementario del Aula Virtual de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (<https://fc.aulavirtualpucv.cl/>) potenciando las prácticas educativas y los procesos de enseñanza y aprendizaje con uso de tecnologías TICs. El Aula Virtual fue puesta a disposición de los alumnos desde el comienzo del curso (31 marzo 2017) y cuenta con una garantía de 3 meses una vez finalizado el proyecto. El ingreso al Aula Virtual está sujeta a ingreso a través de contraseña de usuario que ha sido entregada acada uno de las personas habilitadas para el acceso (alumnos, profesores y personas de apoyo en aula).

El Aula Virtual posee un menú en la parte superior de navegación donde es posible que el participante pueda acceder en todo momento a su área personal, perfil, a las opciones del curso

(calificaciones, asistencia, foros, recursos, tareas), entre otras. Además cuenta con un menú de administración donde es posible gestionar la edición (subir archivos, enviar mensajes, editar ajustes, etc). En esta página también se publican los resultados de las notas de las evaluaciones (Anexo 6. Objetivo 6. [Módulos del Aula Virtual](#)). En las páginas de los 9 módulos creados para este curso, se encuentra el material de apoyo al curso como clases expositivas, guías de laboratorio, archivos de ejercicios o prácticas (archivos .txt, csv, xls, entre otros) y artículos de bibliografía (ó webgrafía). Este material se actualizó a medida que se fueron realizando las clases. Éstas actualizaciones son publicadas vía noticias donde se les envía un correo en forma automática a todos los participantes (profesor, estudiante y / o tutor) (Anexo 6. Objetivo 6. [Módulos del Aula Virtual](#)).

3.6.6 *Certificación del curso*

El curso fue debidamente inscrito como Actividad de Extensión Académica (AEA) de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso y autorizado para su ejecución mediante Resolución N° 27/2017 en la Escuela de Ciencias del Mar. La Dirección de Cooperación Técnica de dicha Universidad extendió los certificados de Aprobación a aquellos alumnos que cumplieron con los requisitos (ver sección 3.6.3.2 *Evaluación del Aprendizaje*). (Estos certificados se pueden ver en Anexo 6, objetivo 6. [Certificaciones curso de capacitación](#)).

3.6.7 *Evaluación del curso de capacitación*

El curso de capacitación fue evaluado por los alumnos aprobados a través de una encuesta elaborada por la encargada de calidad de las AEA, siendo revisada y aprobada por la Directora de Cooperación Técnica de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, en cuyo informe de Evaluación se señala que el curso obtuvo como apreciación general de satisfacción nota 5 (máxima nota en la escala de evaluación), que corresponde a óptimo (Anexo 6. Objetivo 6. [Encuestas de Evaluación del Curso](#)).

4. TALLER DE DIFUSIÓN DE RESULTADOS PROYECTO FIPA 2016-13

De acuerdo a lo establecido en los TTR del proyecto FIPA 2016-13, se realizó un taller de difusión de resultados con el objetivo de difundir y discutir los resultados del proyecto y así, obtener retroalimentación de diferentes profesionales del sector público y académico respecto a lo obtenido del trabajo realizado por el equipo consultor. La fecha de realización del taller fue jueves 14 de diciembre 2017 (Anexo 9. Taller de Difusión. [Invitación Taller de Difusión](#)) en la sala 3-1 de la Escuela de Ciencias del mar, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. El número de asistentes fue de 17 personas, destacando profesionales provenientes de SUBPESCA, SERNAPESCA, IFOP, investigadores de la PUCV, docentes de la ECM-PUCV y de la Universidad de Valparaíso (Anexo 9. Taller de Difusión. [Lista de Asistentes](#)). Las exposiciones estuvieron a cargo de profesionales de SUBPESCA e integrantes del equipo a cargo del proyecto:

Jorge Naranjo	SUBPESCA
Daniel Segura	SUBPESCA
Dr. Claudio Silva	Jefe de proyecto e investigador. PUCV
MSc (c). José Lastra	Co-investigador. PUCV
MSc (c). Cristián Larraguibel	Co-investigador. PUCV
MSc. Viviana Vargas	Co-investigador. PUCV
Ing. Pesq. Jaime Aguilera	Co-investigador. PUCV
Ing. Pesq. María Eugenia Gallardo	Co-investigador. PUCV

La bienvenida al taller estuvo a cargo del Director de la Escuela de Ciencias del Mar de la PUCV, Dr. Samuel Hormazábal Fritz. La organización del taller consistió principalmente en presentaciones efectuadas por profesionales de SUBPESCA mostrando el nuevo visualizador de mapas institucional para Marea Roja y explicando en qué consisten los programas de monitoreos. A continuación expusieron integrantes del equipo a cargo del proyecto: contexto y la descripción de éste estuvo a cargo del jefe de proyecto Dr. Claudio Silva, continuando con presentaciones de los objetivos específicos planteados y cómo éstos se desarrollaron y trabajaron (Anexo 9. Taller de Difusión. [Programa Taller de Difusión](#)).

En la última presentación se expusieron las conclusiones de cada uno de los objetivos y al finalizar, hubo tiempo de preguntas y discusiones. Las principales acotaciones y observaciones realizadas en este taller de difusión se presentan a modo de síntesis a continuación:

Observaciones Sr. Pablo Muñoz - Universidad de Valparaíso

- El Sr. Muñoz pregunta: ¿qué se entiende por abundancia relativa en el fitoplancton?
- Baja producción científica en esta materia a pesar de los altos costos de los programas de monitoreo y vigilancia a nivel nacional. ¿Hay auditorías de los gastos de los monitoreos?
- Baja vinculación con el medio y difusión de resultados de proyectos en materia de marea roja (a nivel de usuarios, no academia).
- ¿Quiénes son los taxónomos que identifican y trabajan en estos programas de vigilancia y monitoreo que se concentran fundamentalmente en diatomeas y dinoflagelados?
- Se sugiere implementar un monitoreo integrado, a nivel nacional, y así optimizar los recursos financieros y humanos disponibles.
- ¿Es posible generar un modelo potencial conjunto para *Catenella* y *Dinophysis* (3 especies)? Porque en estudios de campo están las 4 juntas.
- Se propone asociar clorofila de la zona afectada con la especie (muestreo a la par).
- Se sugiere incorporar ecología clásica, por ejemplo nichos ecológicos, para estudiar los FAN.
- Fortalecer la línea de taxonomía y genética.
- Priorizar zonas de vigilancias ya que hay muchas estaciones monitoreando.
- La zona norte también se está viendo afectada.
- Muy bien la capacitación en competencias disciplinarias o profesionales porque lo que necesita el país es renovar todos los cuadros de investigación actuales, se necesita otra visión.

Observaciones Sr. Oscar Espinoza - IFOP

- Explica que el PMMR considera tres subprogramas, que incorporan acciones operacionales (protección de la salud de las personas) y acciones de investigación (explicación de relaciones de las variables ambientales y diferentes grupos de fitoplancton; posibles floraciones, modelamientos FAN etc).
- Se busca la integración público-privado para el monitoreo de marea roja y contar con un gran programa.
- Actualmente se está trabajando en la difusión de resultados y en la implementación de programas de difusión a las personas, así como también en la participación a seminarios, congresos y publicaciones por parte de los profesionales de IFOP.
- La Abundancia Relativa se considera un estimador semi-cuantitativo rápido para la alerta de marea roja. Corresponde a una respuesta rápida de la presencia.

- IFOP se está haciendo cargo de otras especies también, por ejemplo de 240 especies de fitoplancton, discriminándolas según si son nocivas, tóxicas o potencialmente tóxicas.
- Respecto de la taxonomía, a partir del año pasado, se trabaja con la Universidad de Concepción (*Pseudo nitzschia*).
- Se está mejorando la metodología de muestreo, se están comenzando a estudiar perfiles de toxinas y se están haciendo cargo de la normalización de las bases de datos, unificando criterios por ejemplo.
- A partir de este año se está automatizando la información generada, desde el registro de entrada del dato hasta la generación de bases de datos y extraer para reportes tipos. Este es un esfuerzo que se está haciendo actualmente.

Observaciones Sr. Daniel Segura - SUBPESCA

- La logística de los programas implica un alto costo, por eso los recursos asignados. No olvidar que el fin de los programas es el monitoreo y la vigilancia (salud pública-problemática social asociada). Toda la información que entrega IFOP, fuera de este fin que es la vigilancia, es un plus. Si se desea trabajar específicamente con alguna temática que este fuera del monitoreo existen financiamientos como los FIPAS, asociados al PMMR.
- La cantidad de estaciones de monitoreo, obedece también a los requerimientos sociales de las comunidades.

Finalmente este taller de difusión de resultados fue publicado y comentado en distintas páginas web de revistas digitales (Ver Anexo 9. Taller de Difusión. [Noticias del Taller de Difusión](#)) como MUNDO ACUICOLA (<http://www.mundoacuicola.cl/new/2018/01/04/presentan-resultados-de-sistema-de-visualizacion-para-el-programa-de-mareas-rojas/>) AQUA (<http://www.aqua.cl/2018/01/04/presentan-resultados-de-sistema-de-visualizacion-de-mareas-rojas/#>), NUESTRO MAR (<http://www.revistanuestromar.cl/nm/presentan-resultados-de-proyecto-de-sistema-de-visualizacion-para-el-programa-de-mareas-rojas/>) SALMONEXPERT (<https://www.salmonexpert.cl/noticias/presentan-resultados-de-proyecto-de-sistema-de-visualizacion-para-el-programa-de-mareas-rojas/>) y en la página Web de la Escuela de Ciencias del Mar, PUCV (<http://www.cienciasdelmar.pucv.cl/nota/presentan-resultados-de-proyecto-de-sistema-de-visualizacion-para-el-programa-de-mareas-rojas/>)

5. CONCLUSIONES

Objetivo 1: Realizar un diagnóstico, validación y mejora, si estas fueran necesarias, del actual modelo geoestadístico y sistema automatizado de visualización de seguimiento de los Florecimientos de Algas Nocivas (Marea Roja).

La estructura funcional que se creó a nivel vectorial cumple con el objetivo de generar la información a visualizar, permitiendo trabajar información por subprograma, crucero, mes, estación de monitoreo, etc. Esto hace posible desplegar la información adecuadamente sin generar redundancias en los datos que se espacializan en la base de datos principal.

Modelos de interpolación: Atendiendo a las consultas y mejoras consideradas en el período de diagnóstico, se cambiaron las herramientas de interpolación considerando herramientas del módulo de Geoestadística de ArcGis con el fin de lograr un mejor desempeño. Se reemplazó la semivarianza como medida de error y se acopló el error estándar y una salida de validación cruzada como adicional a las grillas interpoladas obteniéndose una mejora en las salidas generadas.

Se identificó una respuesta adecuada de los modelos geoestadísticos estacionales construidos para cada variable de trabajo. En las nuevas plantillas geoestadísticas de base, se incorporaron elementos claves en la modelación (*detrending*, transformación de datos, anisotropía direccional, etc.) que permiten una mejor captura de la variabilidad presente en el área para cada variable de interés. No obstante eso, se deben emplear estas herramientas de forma exploratoria y con precaución.

A nivel vectorial se obtuvo una disminución significativa de la carga de archivos generados mientras que las herramientas de interpolación generan dos salidas para controlar el nivel de incertidumbre (error estándar, validación cruzada). En torno a la base de datos ésta fue modificada considerando los criterios establecidos por SOPORTA Ltda. para la estructura base del servidor de SUBPESCA y el servidor de mapas institucional, privilegiándose el campo ESTACIONID como el campo de vinculación entre las diferentes fuentes de datos ambientales y de abundancias. Adicionalmente, y con el fin de evaluar de mejor manera la información entregada por los modelos estacionales, se envió a IFOP una copia de cada uno de los resultados

gráficos (predicción y error estándar) obtenidos para cada variable según lo acordado en las reuniones de coordinación (Anexo 1. [Acta de Reunión 3](#)). Se generó una validación adicional realizando ejemplos con los datos del PMMR del período 2014-2015 que son los últimos disponibles entregados por el mandante; con estos datos se comprobó que los datos para la zona FIP 2014-76 en general responden adecuadamente a las características de los datos concentrando los mayores errores estándar en interpolación durante los meses de enero, febrero y marzo que es cuando menos datos se registraron en las bases de datos. A partir de esto se recomienda trabajar con datos a nivel mensual para no perder información significativa y no combinar datos que corresponden a diferentes periodos de muestreo.

En un nivel operativo se destaca la utilidad de GS+ en la exploración de la información y generación de ajustes de semivariogramas y otros parámetros complementarios útiles para la modelación posterior en SIG. La plataforma carece de un despliegue gráfico adecuado, si bien tiene compatibilidad con otros softwares (de forma limitada), complementa de forma correcta el uso de ArcGIS y las potencialidades dispuestas en Geostatistical Wizard.

Se realizó una transferencia de las herramientas de interpolación espacial y de espacialización vectorial a los profesionales de SUBPESCA, dejando esta herramienta instalada y operativa en uno de los equipos de la UOT generando una instrucción y explicación de funcionamiento de la misma. Se entregaron las plantillas geoestadísticas de base junto con los datos empleados en las modelaciones; además de correr los modelos para asegurar su funcionamiento óptimo en este equipo dejando la herramienta disponible para pruebas por parte del funcionario de SUBPESCA a cargo del equipo, el Geógrafo Jorge Naranjo, con el fin de recoger sugerencias o retroalimentación de existir (Anexo 1. [Acta de Reunión 7](#)). Principalmente se ha trabajado sobre las salidas de abundancia relativa ya que no existe aún la capacidad técnica (software) para la carga directa de archivos ráster.

Los modelos generalizados de abundancia relativa de *A. catenella*, *D. acuminata* y *D. acuta*, desarrollados en el proyecto FIP 2014-76, son validados utilizando la información mensual (ambiental y abundancia relativa) de 2014 del PMMR. Se obtienen relaciones significativas ($p < 0.05$) entre los datos observados y los estimados por los modelos de abundancia relativa para

2014, sin embargo, la capacidad predictiva de estos modelos es muy baja alcanzando valores de 4% (*D. acuminata*), 12% (*A. catenella*) y 27% (*D. acuta*). Además, no se cuenta con una serie de tiempo significativa para poder aplicar redes neuronales y generar un modelo robusto; por lo tanto se desarrollaron modelos de distribución de especies empleando MaxEnt creando modelos completos (Bio-ORACLE) y modelos acotados (PMMR estacionales 2013) para las 3 especies en estudio.

Los modelos BioOracle (modelo completo) no bajaron del umbral de AUC de 0.8 (considerado bueno) en los datos de entrenamiento ni en los datos de evaluación. Se concluye que hay una respuesta adecuada de los modelos al nicho potencial o esperado que puedan tener los diferentes organismos, las variables de respuesta tienen coherencia (las que contribuyen más), no obstante se deben mejorar los modelos considerando componentes hidrodinámicas que regulan la agrupación de estos organismos.

En cuanto a los datos del PMMR también se obtuvo un desempeño correcto ($AUC \geq 0.8$), se debe tener cuidado con la interpretación y la lectura de los resultados debido a que se transfiere el error de la interpolación hacia los modelos (pocos datos, la factibilidad a esa escala de generar una grilla con alto error es significativa). Para la contribución de las variables ambientales, se observó que por lo general las variables claves son diferentes según la época del año y las curvas de respuesta a las variables ambientales resultan heterogéneas y multimodales al igual que para el modelo completo de cada especie.

La validación estadística de los modelos ($AUC > 0.8$) indica que tanto los modelos completos y los estacionales describen adecuadamente la distribución potencial de las especies. Adicional a la validación estadística, los modelos fueron sometidos a evaluación de los profesionales de IFOP a cargo del PMMR, Dr. Leonardo Guzmán y Dr. Oscar Espinoza, la que arrojó que los modelos completos logran establecer y captar la variabilidad en la distribución y el hábitat potencial de las especies. También se establece que la importancia de las variables y sus rangos son consistentes con otros estudios realizados por IFOP.

Para el caso de los modelos estacionales se debe tener precaución en el análisis de las predicciones espaciales, especialmente para la época de invierno. Esto sumado a la transferencia de errores desde las grillas de interpolación y la falta de un indicador sobre el estado de la columna de agua (ej. estratificación). No obstante esto se puede interpretar como adecuado el desempeño y predicción de distribución potencial de los diferentes modelos generados.

Se establece que los modelos pueden ser mejorados a futuro considerando nuevos registros de presencia de las especies modeladas, que no se encuentren sesgados a la red de monitoreo actual del PMMR. Incorporar variables que representen las condiciones hidrodinámicas de la zona; modelar considerando años de eventos conocidos con el fin de captar completamente la variabilidad ambiental y la dinámica de comportamiento de las especies de carácter tóxicas en diferentes escenarios de floración. Mejorar los modelos estacionales considerando la estacionalidad conocida de las especies de dinoflagelados tóxicos (variable a según región y escala), obtener una red de datos más robusta que permita la generación de grillas ambientales más confiables para la generación de modelos de distribución potencial.

El aumento paulatino del uso de tecnologías de geoinformación ha generado una amplia variedad de oferta respecto a aplicaciones relacionadas con el *webmapping*. En el caso particular de la Subpesca, se consideró necesario ampliar el sistema de visualización existente actualmente por un sistema OpenSource, pues estas aplicaciones están basadas en la interoperatividad, es decir, la capacidad de conectarse con variadas aplicaciones web para potenciar la información que se quiere entregar.

Para el desarrollo de este proyecto, se realizó un estudio de mercado sobre las herramientas y aplicaciones más utilizadas para la creación de visualizadores de mapas dinámicos en la web. En este sentido, destacan las potencialidades de los servidores dedicados, pues brindan servicios únicos y exclusivos para un cliente particular. Es recomendable evaluar los requerimientos y el tipo de servidor que actualmente posee SUBPESCA, pues los errores registrados en el visualizador durante el año 2016 pueden tener su origen en ello.

Respecto a la plataforma de visualización, cabe destacar las potencialidades y limitantes de los sistemas OpenSource – como Geoserver – en cuanto a costos, soporte, tipología de archivos

admitidos, capacidad, entre otros. Además, mediante la aplicación de Geoserver, se elaboró un visualizador de mapas experimental utilizando el archivo shapefile de las estaciones de monitoreo de marea roja (PMMR) junto a las mediciones de oxígeno disuelto estacional para el año 2013. Destaca la rapidez y facilidad con que este tipo de tecnologías permiten la publicación de mapas en la web, además del monitoreo constante de la información al basar el sistema en bases de datos online.

Cabe destacar que, además de las aplicaciones y herramientas para crear visualizadores de mapas web, existen lenguajes de programación pensados para este tipo de proyectos, como el lenguaje de programación web *Leaflet*, el cual permite la elaboración de páginas web complejas que alberguen visualizadores de mapas dinámicos. En la actualidad, *Leaflet* corresponde a la mejor opción para la elaboración de este tipo de sistemas, por lo que se recomienda evaluar no sólo el visualizador, sino el sistema completo – desde el servidor hasta la programación web del visualizador – pues se encontraron alternativas más convenientes y de menor costo que cumplen con los requerimientos institucionales solicitados en la ejecución del presente proyecto.

Objetivo 2: Incorporar al actual sistema de visualización y los modelos geoestadísticos, la totalidad de la información generada en las estaciones de muestreo del Programa de Mareas Rojas.

Se debe trabajar de manera conjunta con la entidad que toma los datos para generar un protocolo de almacenamiento que sea óptimo tanto para las labores de IFOP como para las labores de visualización de SUBPESCA.

No existe la factibilidad de generar una integración del área total (208 estaciones de muestreo) y generar una grilla interpolada única.

Las zonas de interpolación generadas (1 - 6) disponen de un número insuficiente de datos para ser empleadas como modelos de interpolación válidos estadísticamente, no obstante, al igual que en el caso de la zona de interpolación FIP 2014-76 (88 estaciones), se pueden utilizar como

una herramienta exploratoria de las tendencias espaciales de las variables ambientales en las respectivas unidades de estudio.

Objetivo 3: Incorporar al actual sistema de visualización todas las abundancias larvales de las especies monitoreadas por el Programa de Monitoreo de Mitílidos.

Los resultados de incorporar los datos del Programa de Monitoreo de Mitílidos de IFOP, considerando los protocolos de compatibilidad del SIG de SUBPESCA, involucraron un proceso de revisión, estandarización y normalización de la información original. Para efectos de integrar la información de las réplicas, se calcularon los promedios de las éstas para cada estación

Una vez estandarizada la información se procedió a correr el modelo semiautomatizado de espacialización vectorial de los datos acoplado al modelo REPLA v2.0. Este proceso permitió validar sin dificultad la información de tablas conectadas a través de los códigos de Estación de Muestreo.

Dada la naturaleza y cantidad de los datos, los productos cartográficos representan en forma espacial y temporal la disponibilidad larval de mitílidos. En este contexto, se entregó una serie de imágenes cartográficas de abundancia de Chorito Umbonado para el periodo 2013-2014. Estas imágenes muestran que durante el periodo de tiempo 2014-2014, las mayores abundancias se dieron en la zona de muestreo del Estero Pitipalena, donde los cruceros 10,11 y 12 presentan los mayores valores. Para el caso de Seno Reloncaví, se presentan valores durante todos los cruceros, alcanzando mayores registros en los cruceros 21 y 22.

La zona del Mar Interior de Chiloé presenta discontinuidad de registros, así, crucero como el 1,6,7,8,9,10,15 y 21 no presentan valores de abundancia para este periodo.

Así mismo, se elaboraron a modo de ejemplo cartografías de promedio de abundancia de larvas para las restantes especies. Para el caso de larvas de Cholga umbonada se presentan las mismas condiciones que Chorito, donde las mayores abundancias de larvas se registran en la zona de Estero Pitipalena y Seno Reloncaví registra valores.

La abundancia de Choro umbonado presenta condiciones distintas, las mayores abundancias se registraron en la zona de Seno Reloncaví seguido de Estero Pitipalena, el Mar Interior de Chiloé los valores no superan la unidad de larvas/m³.

Objetivo 4: Estudiar la factibilidad para incorporar información relevante desarrollada por IFOP que complemente el sistema de visualización implementado en la primera etapa.

Las encuestas de diagnóstico enviadas a los profesionales de IFOP (Departamento de Medio Ambiente) ayudaron a determinar las variables cuantitativas (abundancia celular de fitoplancton, biomasa de diatomeas y dinoflagelados) y cualitativas (presencia o ausencia de las especies de fitoplancton, estimadores de abundancia relativa de especies nocivas y abundancia de larvas de mitílidos) a considerar en el visualizador de SUBPESCA.

La mayoría de los formatos de información generados por IFOP son posibles de incorporar al ambiente de ArcGis Online. Aquellos formatos que no son compatibles con esta plataforma (NETCDF), pueden ser transformados con herramientas disponibles en todas las versiones de ArcGis (10.x), considerando que tanto SUBPESCA como IFOP cuentan con las últimas versiones de este programa y/o con los respectivos toolbox de transformación.

Objetivo 5: Caracterizar el área de estudio que abarca el Programa de Marea Roja, y proponer zonas de comportamiento similar en base a parámetros fisicoquímicos.

El procesamiento de 584 imágenes satelitales diarias de clorofila-a (Cloa) VIIRS y 36 imágenes satelitales mensuales TSM MUR para el período 2013-2015, permitió generar imágenes climatológicas promedio para el periodo definido y estacional a una resolución espacial de 1x1 km, lo que permite, por primera vez, contar con una distribución espacial de Cloa y TSM a escala de fiordos y canales.

La aplicación de la metodología de clasificación ISODATA-MSV (ISODATA no supervisada + supervisada Máquinas de Soporte Vectorial (MSV)) a las imágenes satelitales de Cloa y TSM

permitió identificar 7 clases o zonas biofísicas (anuales y estacionales) con sus respectivas características, patrones y extensiones territoriales.

El procesamiento de la información de variables ambientales de estaciones oceanográficas de los del PMMR y cruceros CIMAR y la aplicación de la metodología de clasificación vectorial Delaunay permitió una zonificación biofísica de la zona de estudio en 7 clases.

Se propone una zonificación biofísica integrada tanto anual como estacional, estimada de la integración de las 7 zonas biofísicas derivadas de datos satelitales y sus características físico-químicas (valores medios y desviación estándar) obtenidas de las distintas bases de datos (satelitales, PMMR y CIMAR) para cada zona biofísica. No obstante, la zonificación del presente proyecto tiene la debilidad frente a las otras clasificaciones realizadas para los ecosistemas marinos chilenos, que sólo utiliza 4 variables biofísicas (TSM, clorofila, salinidad y oxígeno disuelto) y no integra en el análisis espacial la distribución y abundancia de los recursos marinos.

Objetivo 6: Reforzar las capacidades técnicas en los profesionales responsables de administrar y procesar el sistema de automatización implementado.

El curso que se propuso para el cumplimiento de este objetivo «Herramientas Estadísticas para el Análisis de Ecosistemas Marinos» fue realizado en forma exitosa en los tiempos y en las temáticas programadas, logrando desarrollar las habilidades de programación, modelado estadístico y las capacidades de visualizar espacialmente el resultado de estos modelos.

La coordinación de las clases fue desarrollada en forma adecuada permitiendo entregar tiempos de estudio y las facilidades en la rendición de evaluaciones a las personas inscritas con posterioridad, logrando certificar a todos los alumnos que cumplieron los requisitos.

La plataforma de Aula Virtual que la PUCV puso a disposición fue fundamental para potenciar las prácticas educativas, el proceso de aprendizaje y mantener una comunicación alumno – profesor oportuna, entregando todo el material de apoyo necesario para el desarrollo del curso.

Finalmente, la experiencia de los relatores (profesores) en los temas y el apoyo en sala (5 colaboradores) reafirman el logro y la calidad de la enseñanza demostrado en la calificación óptima entregada por los participantes en la evaluación al curso.

6. RECOMENDACIONES

Objetivo 1

Sobre los modelos de interpolación geoestadística se recomienda emplearlos de forma exploratoria e internamente; analizando el alcance de las estructuras espaciales existentes. Esto para evitar inducir errores y malas lecturas de los resultados.

Para lograr una interpolación consistente se recomienda el uso de un promedio mensual ya que a nivel de cruce se pierde demasiada información debido a las diferentes frecuencias de muestreo.

En relación a la variable oxígeno disuelto, se recomienda ver la factibilidad operativa de reemplazar o complementar con la saturación dado que es una medida más amigable, que permite comparar de forma más estandarizada entre diferentes zonas.

Si se desea comparar la información ambiental contrastada con los registros de abundancia se recomienda el uso de imágenes satelitales (MODIS, VIIRS, MUR) o representar los valores de las variables ambientales tomadas por el PMMR a nivel puntual por estación.

Se recomienda evaluar la correlación existente entre los datos in situ y datos de otras plataformas (ej. satelitales, modelos) que permitan complementar la información en zonas sin muestreos para variables claves dentro del área del programa.

Sobre los modelos de distribución de especies, dada la complejidad ambiental de la zona y la complejidad de los dinoflagelados en modelación se recomienda evaluar la disponibilidad y factibilidad de incorporar grillas que representen componentes de hidrodinámica que son claves en el entendimiento de la dinámica espacial de estos organismos.

Por otro lado, considerando la buena respuesta presentada por los modelos de distribución se recomienda incorporar a los registros de presencia datos provenientes de la zona oceánica; además de evaluar la generación de modelos considerando la estacionalidad natural en la que se presentan las mayores abundancias de los distintos organismos nocivos en el área.

El desarrollo del presente proyecto ha demostrado que a partir de la actual oferta de softwares para gestionar la geoinformación, existe una mejor alternativa a la implementada actualmente por la Subpesca. En este sentido, se recomienda tener en consideración, para futuras actualizaciones, lo siguiente:

- Se recomienda la utilización de sistemas OpenSource para la gestión y visualización de la información geoespacial, con objeto de mejorar la construcción de la plataforma mediante la cual se entrega la información, disminuyendo las limitantes que actualmente presenta la plataforma en uso.
- Se recomienda la implementación de un servidor dedicado al uso exclusivo de la Subpesca, con objeto de mejorar la gestión de la información y la actualización constante de la misma.
- Para efectos de la actualización constante de la información, se recomienda la incorporación de un informático que pueda mantener la plataforma y el servidor de manera constante, con objeto de evitar los problemas tecnológicos que la plataforma pueda presentar.

Objetivo 2

Tomando en cuenta el proceso de estandarización, normalización y migración de bases de datos a formatos compatibles con la estructura interna del sistema de SUBPESCA, se recomienda generar un proceso de estandarización conjunto con IFOP que permita reducir el tiempo de trabajo con las bases de datos y planillas excel. Esto para optimizar los análisis operativos de ambas instituciones.

Sobre los modelos de interpolación de las regiones de Aysén y Magallanes, se recomienda emplearlos exclusivamente para un análisis de tendencia de las variables ambientales al igual que en la zona FIP 2014-76, ya que se carece de un número de estaciones adecuado para confiar en los resultados entregados por las interpolaciones. Además, la dinámica propia del área se ve subestimada debido al método de cálculo de pesos por distancia euclidiana empleado por el modelo IDW. Si se desea visualizar los valores de las variables ambientales se recomienda hacerlo con los datos reales en modalidad de representación puntual para no inducir errores en la interpretación.

Objetivo 3

La información original de larvas de mitílidos que se entregan en formato Excel (*.xlsx), debieran presentar un formato estandarizado que facilite la incorporación al Sistema de Información Geográfica, tanto es modo de Estación de Trabajo como en plataforma de ARCGIS ONLINE.

En aspectos de la elaboración de productos cartográficos, la simbología debe representar en forma clara y comparativa para todas las especies de larvas. Si bien el Modelo de espacialización vectorial entrega los resultados en este formato, la simbología debe ser elaborada en formato Layer.

Objetivo 4

En cuanto a la factibilidad de incorporar información relevante desarrollada por IFOP, implementado en la primera etapa, todas las consideraciones apuntaron a la compatibilidad con el Sistema de Visualización implementado por el equipo de SUBPESCA, lo cual implicó definir en conjunto la factibilidad de los distintos formatos de salida de información para trabajar en ambiente ArcGis Online. En este aspecto, archivos vectoriales en formato shape (shp) no presentan problemas de incorporación. Caso contrario es la incorporación de información en NETCDF, la cual debe necesariamente pasar por una transformación a formatos compatibles, en especial aquella proveniente de sensores que entregan información de temperatura superficial del mar y clorofila a.

Objetivo 5

Respecto a la zonificación biofísica, para mejorar los resultados en trabajos futuros, se recomienda aplicar métodos robustos de clasificación espacial para realizar una zonificación integrada entre el trabajo de Rovira & Herreros (2016) y los datos de este proyecto, adicionando así parametros como TSM, clorofila, oxígeno disuelto y salinidad.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alabia, I. D., Saitoh, S. I., Mugo, R., Igarashi, H., Ishikawa, Y., Usui, N., & Seito, M. (2015). Identifying pelagic habitat hotspots of neon flying squid in the temperate waters of the central North Pacific. *PloS one*, 10(11), e0142885.
- Anderson, D. M., Glibert, P. M., & Burkholder, J. M. (2002). Harmful algal blooms and eutrophication: nutrient sources, composition, and consequences. *Estuaries*, 25(4), 704-726. doi:10.1007/BF02804901
- Aracena, C., Lange, C. B., Luis Iriarte, J., Rebolledo, L., & Pantoja, S. (2011). Latitudinal patterns of export production recorded in surface sediments of the Chilean Patagonian fjords (41-55°S) as a response to water column productivity. *Continental Shelf Research*, 31(3-4), 340-355. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2010.08.008>
- Berdalet, E., Fleming, L. E., Gowen, R., Davidson, K., Hess, P., Backer, L. C., & Enevoldsen, H. (2015). Marine harmful algal blooms, human health and wellbeing: challenges and opportunities in the 21st century. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. Marine Biological Association of the United Kingdom, 2015. doi:10.1017/S0025315415001733
- Bjornsson H & SA Venegas. 1997. A manual for EOF and SVD. Analyses of climate data, 52 pp. Department of Atmospheric and Oceanic Sciences, and Center for Climate and Global Change Research, McGill University <<http://www.geog.mcgill.ca/gec3/wp-content/uploads/2009/03/Report-no.-1997-1.pdf>>
- Block, B. A., Jonsen, I. D., Jorgensen, S. J., Winship, A. J., Shaffer, S. A., Bograd, S. J. & Ganong, J. E. (2011). Tracking apex marine predator movements in a dynamic ocean. *Nature*, 475(7354), 86-90.
- Boser, B., I. Guyon, and V. Vapnik. 1992. A training algorithm for optimal margin classifiers. In *Proceedings of the Fifth Annual Workshop on Computational Learning Theory*, pages 144-152. ACM Press.
- Boundless. (Enero de 2017). Boundless Geospatial Software and Open Source GIS Software. Obtenido de <https://boundlessgeo.com/>
- Buschmann, A., (2005). Marea Roja y salmonicultura en el sur de Chile. In: Documento 14. Oceana, Santiago
- Carpenter, J.H., (1965). The Chesapeake bay Institute Technique for the Winkler dissolved oxygen method. *Limnology and Oceanography*, 10: 141-143.
- Carvalho, L., Miller, C. A., Scott, E. M., Codd, G. A., Davies, P. S., & Tyler, A. N. (2011). Cyanobacterial blooms: statistical models describing risk factors for national-scale lake assessment and lake management. *Science of the Total Environment*, 409(24), 5353-5358.

- Chang, C.-C. and C.-J. Lin. (2001). LIBSVM: a library for support vector machines.
- Chiles, J. P., & Delfiner, P. (2009). Geostatistics: modeling spatial uncertainty (Vol. 497). John Wiley & Sons.
- Clément, A. (2003) Las Mareas Rojas y la Salmonicultura. En: Salmonicultura en el Sur de Chile. Compendio 2003, 123-126
- Cortes Corina and Vladimir Vapnik. 1995. Support-vector network. Machine Learning 20:273–297.
- Díaz, P. A., Molinet, C., Seguel, M., Díaz, M., Labra, G., & Figueroa, R. I. (2014). Coupling planktonic and benthic shifts during a bloom of *Alexandrium catenella* in southern Chile: Implications for bloom dynamics and recurrence. Harmful Algae, 40, 9-22. <http://dx.doi.org/10.1016/j.hal.2014.10.001>
- Eastman, R.J. 2016. IDRISI TerrSet Manual Clark Labs, Clark University, Worcester, Massachusetts.
- Falvey, M. and R. Garreaud, 2009: Regional cooling in a warming world: Recent temperature trends in the SE Pacific and along the west coast of subtropical South America (1979-2006). J. Geophys. Res., 114, D04102, doi:10.1029/2008JD010519.
- Fuentes, C., Clément, A., Aguilera, A., (2006). Summer *Alexandrium catenella* bloom and the impact on fish farming, in the XI Aysén region, Chile. In: 12th International Conference on Harmful Algae, International Society for the Study of Harmful Algae (ISSHA), Copenhagen, Denmark.
- Fuenzalida, M.; Buzai, G. D.; Moreno Jiménez, A.; García de León, A. (2015) “Geografía, geotecnología y análisis espacial: tendencias, métodos y aplicaciones”. 1ra ed., Santiago de Chile: Editorial Triángulo.
- Garreaud, R.D., Falvey, M., 2009. The coastal winds off western subtropical South America in future climate scenarios. Int. J. Climatol. 29, 543–554.
- Garreaud, R., 2011: Cambio Climático: Bases físicas e impactos en Chile. Revista Tierra Adentro (INIA-Chile), No. 93. (Mar-Abr 2011), 13-19.
- Genovesi, B., Mouillot, D., Laugier, T., Fiandrino, A., Laabir, M., Vaquer, A., & Grzebyk, D. (2013). Influences of sedimentation and hydrodynamics on the spatial distribution of *Alexandrium catenella*/tamarense resting cysts in a shellfish farming lagoon impacted by toxic blooms. Harmful algae, 25, 15-25. <http://dx.doi.org/10.1016/j.hal.2013.02.002>
- Guzmán, L., Campodonico, I., Antunovic, M., (1975). Estudios sobre un florecimiento toxico causado por *Gonyaulax catenella* en Magallanes. IV. Distribución y niveles de veneno paralítico de los mariscos (noviembre de 1972–noviembre de 1973). An. Inst. Patagon. 6 (1/2), 209–223.

Guzmán, L., Pacheco, H., Pizarro, G., & Alarcón, C. (2002). *Alexandrium catenella* y veneno paralizante de los mariscos en Chile. En: Sar, E.A., Ferrario, M., Reguera, B. (Eds.), *Floraciones Algales Nocivas en el Cono Sur Americano*, 235-255. Instituto Español de Oceanografía, Madrid

Horel, J. D. (1984). Complex principal component analysis: theory and examples. *J. Clim. Appl. Meteorol.*, 23: 1660-1673.

Isaaks, E., Srivastava, M. (1989). *An Introduction to Applied Geostatistics*. New York, NY: Oxford University Press.

Jaramillo E., M. Fernández, P. Marquet, P. Camus, J. Vásquez, D. Figueroa, C. Duarte, C. Valdovinos, P. Ojeda, N. Lagos, D. Lancellotti, H. Conteras & V. Riesco. 2006. Actualización y validación de la clasificación de zonas biogeográficas litorales. Informe final proyecto FIP 2004-28. Universidad Austral de Chile, Valdivia. 191 p.

Jones, M., S. Dye, J. Pinnegar, R. Warren, & W. Cheung. (2012). Modelling commercial fish distributions: Prediction and assessment using different approaches. *Ecological Modelling*, 225: 133-145.

Jones, M. C., Dye, S. R., Pinnegar, J. K., Warren, R., & Cheung, W. W. (2015). Using scenarios to project the changing profitability of fisheries under climate change. *Fish and Fisheries*, 16(4), 603-622.

Johnston, K. J.M. Ver Hoef, K. Krivoruchko, N. Lucas (2001) .Using ArcGIS Geostatistical Analyst. ESRI Press, Redlands, CA

Krivoruchko, K., (2001). Using linear and non-linear kriging interpolators to produce probability maps, *Proceedings of 2001 Annual International Association For Mathematical Geology*, Cancun, Mexico.

Laboratorio de Toxinas Marinas (LABTOX). ¿Qué es Marea roja?. Universidad de Chile, consultado 30 de Diciembre de 2016. Disponible en: http://labtox.cl/?page_id=42

Lara, C., Saldías, G. S., Tapia, F. J., Iriarte, J. L., & Broitman, B. R. (2016). Interannual variability in temporal patterns of Chlorophyll-a and their potential influence on the supply of mussel larvae to inner waters in northern Patagonia (41–44 S). *Journal of Marine Systems*, 155, 11-18

Lin, X., Zhang, D., (1999). Inference in generalized additive mixed models using smoothing splines. *Journal of the Royal Statistical Society, Series B* 61: 381 – 400.

Mardones, J., Clement, A., Rojas, X., and Aparicio, C. (2010). *Alexandrium catenella* during 2009 in Chilean waters, and recent expansion to coastal ocean. *IOC-UNESCO Harmful Algae Newsletter*, 41: 8–9

Mardones, J. I., Müller, M. N., & Hallegraeff, G. M. (2016). Toxic dinoflagellate blooms of *Alexandrium catenella* in Chilean fjords: a resilient winner from climate change. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, doi:10.1093/icesjms/fsw164.

Martínez-Tillería, K. 2015. Optimización de un portafolio de conservación marino-terrestre para Chile: efectos y consecuencias de la integración. Tutores: Francisco A. Squeo & Carlos Gaymer. Tesis de grado, Programa de Doctorado en Biología y Ecología Aplicada, Universidad de La Serena & Universidad Católica del Norte.

Mendoza-Becerril, María de los Angeles, & Marques, Antonio C. (2013). Synopsis on the knowledge and distribution of the family Bougainvilliidae (Hydrozoa, Hydroidolina). *Latin american journal of aquatic research*, 41(5), 908-924. <https://dx.doi.org/103856/vol41-issue5-fulltext-11>

Murphy, R. R., Curriero, F. C., & Ball, W. P. (2009). Comparison of spatial interpolation methods for water quality evaluation in the Chesapeake Bay. *Journal of Environmental Engineering*, 136(2), 160-171.

Mustapha, M.A., T. Lihan, Fredolin Tangang, S. Saitoh. (2015). Identification of biophysical regions in the south-western part of the Okhotsk Sea by satellite imagery classification, *Continental Shelf Research* 96: 16-26.

NOAA, Climate Prediction Center. Cold and warm episodes by season. Disponible en: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml

OGC. (2017). Open Geospatial Consortium. Recuperado el 10 de Febrero de 2017, de OGC Standards: <http://www.opengeospatial.org/docs/is>

Olaya, V. (2014). Sistemas de Información Geográfica. CreateSpace Independent Publishing Platform.

Open Source Geospatial Foundation. (2014). Geoserver. Obtenido de <http://geoserver.org/>

OpenCloud. (Febrero de 2017). OpenCloud Chile. Obtenido de <https://www.opencloud.cl/>

Phillips, S. J., & Dudík, M. (2008). Modeling of species distributions with MaxEnt: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, 31(2), 161-175.

Phillips, S. J., Anderson, R. P., & Schapire, R. E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological modelling*, 190(3), 231-259.

Phillips, S. J., Dudík, M., & Schapire, R. E. (2004). A maximum entropy approach to species distribution modeling. In *Proceedings of the twenty-first international conference on Machine learning* (p. 83). ACM.

Reiss, H., S. Cunze, K. König, H. Neumann & I. Kröncke. (2011). Species distribution modelling of marine benthos: a North Sea case study. *Marine Ecology Progress Series*, 442: 71-86.

Reyes, C. M. A. (2010). Estimación paramétrica y no paramétrica de la tendencia en datos con dependencia espacial. Un estudio de simulación. In *Estimación paramétrica y No paramétrica de la tendencia en datos con dependencia espacial*.

Robertson, G.P. (2008). *GS+: Geostatistics for the Environmental Sciences*. Gamma Design Software, Plainwell, Michigan USA.

Rovira, J., J. Herreros. (2016). Clasificación de ecosistemas marinos chilenos de la zona económica exclusiva. Departamento de Planificación y Políticas en Biodiversidad, División de Recursos Naturales y Biodiversidad, Ministerio del Medio Ambiente. 48 pp.

Saraceno, M., Provost, C., Lebbh, M. (2006). Biophysical regions identification using an artificial neuronal network: a case study in the South Western Atlantic. *Adv. Space Res.* 37: 793–805.

Savelieva, E., Demyanov, V., & Maignan, M. (2008). Geostatistics: Spatial predictions and simulations. *Advanced Mapping of Environmental Data: Geostatistics, Machine Learning and Bayesian Maximum Entropy*, 47-94.

Sequeira, A., Mellin, C., Rowat, D., Meekan, M. G., & Bradshaw Phillips, S. J., R. P. Anderson, & R. E. Schapire. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecol. Model.* 190: 231–259, doi:10.1016/j.ecolmodel. 2005.03.026

Sievers, H., & Silva, N. (2008). Water masses and circulation in austral Chilean channels and fjords. *Progress in the oceanographic knowledge of Chilean interior waters, from Puerto Montt to Cape Horn*. Comité Oceanográfico Nacional-Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, 53-58.

Silva, C., Yáñez, E., Vargas, V., Aguilera, J., Lastra, J. & Sánchez, F. (2015). Modelo e implementación de un sistema de seguimiento y vigilancia de marea roja al sistema de información geográfica de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Informe Final FIP N° 2014-76, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso.

Silva, C., Yáñez, E., Lagos, N., Labra, F., Ramajo, L., Sánchez, F., Gallardo, M.E. (2016). Identificación, Caracterización y Vulnerabilidad al Cambio Climático de Hábitat Esenciales Asociados a Recursos Hidrobiológicos de Importancia Económica en Chile. Proyecto FIP 2014-25, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. 606 pp.

Silva, N. y C.A. Vargas. (2014). Hypoxia in Chilean Patagonian Fjords. *Progress in Oceanography* 129: 62-74.

Silva, N., Prego, R. Carbon and Nitrogen Spatial Segregation and Stoichiometry in the Surface Sediments of Southern Chilean Inlets (41°–56°S), *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Volume

55, Issue 5, 2002, Pages 763-775, ISSN 0272-7714, <http://dx.doi.org/10.1006/ecss.2001.0938> (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272771401909382>).

Tanco, R.A. & G.J. Berri. (2000). CLIMLAB2000 (version 1.1.0) Manual: a statistical software package for climate applications. International Research Institute for Climate Prediction, 55 pp.
Tou, J. T. and R. C. Gonzalez, 1974. Pattern Recognition Principles, Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts.

Tsai, V.J.D. 1993. Delaunay triangulations in TIN creation: An overview and a linear-time algorithm International Journal of Geographical Information Systems, 7 (6): 501–524.

Tyberghein, L. *et al.* (2011). Bio-ORACLE: a global environmental dataset for marine species distribution modelling, in: Pauly, K. (2011). GIS-based environmental analysis, remote sensing and niche modeling of seaweed communities. pp. 97-124.

Vetter, L., Jonas, M., Schröder, W. & Pesch, R (2012). Marine Geographic Information Systems en : Kresse, W., & Danko, D. M. (Eds.). (2012). Springer handbook of geographic information. Springer Science & Business Media.

Webster, R., Oliver, M. (2001). Geostatistics for environmental scientist. Toronto, Canadá: Wiley.

Yáñez E., M.A. Barbieri, C. Silva, K. Nieto, F. Espíndola. (2001). Climate variability and pelagic fisheries in northern Chile. Progress in Oceanography 49: 581-596. Factor de Impacto: 3.99.

Yáñez E., S. Hormazabal, C. Silva, A. Montecinos, M. A. Barbieri, A. Valdenegro, A. Ordenes, F. Gómez. (2008a). Coupling between the environment and the pelagic resources exploited off North Chile: ecosystem indicators and a conceptual model. Latin American Journal of Aquatic Research 36(2): 159-181. Factor de Impacto: 0.42.

Yáñez E., C. Silva, R. Veja, L. Alvarez, N. Silva, S. Palma, S. Salinas, E. Menschel, V. Häussermann, D. Soto & N. Ramírez. 2008b. Biodiversidad de montes submarinos. Informe Final Proyecto FIP 2006-57. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, Chile. 246 p.

Zandi, S., Ghobakhlou, A., & Sallis, P. (2011). Evaluation of spatial interpolation techniques for mapping soil pH. In Chan, F., Marinova, D. and Anderssen, R.S. (eds) MODSIM2011, 19th International Congress on Modelling and Simulation. Modelling and Simulation Society of Australia and New Zealand, December 2011, pp. 1652-1658. ISBN: 978-0-9872143-1-7. <http://www.mssanz.org.au/modsim2011/C2/zandi.pdf>

8. ANEXOS

ANEXO 1. ACTAS DE ACUERDO REUNIONES



ACTA

1ª Reunión de Presentación y Coordinación Proyecto FIP 2016-13

Proyecto FIP-2016-13 “Modelo e Implementación de un Sistema de Visualización para el Programa de Mareas Rojas y Larvas de Mitílidos, en el Sistema de Información Geográfica de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, II Etapa”

Fecha: 01 de septiembre de 2016

Hora: 14:00 – 15:00 horas

Lugar: FIPA, Valparaíso

Asisten: Alejandro Barrientos (Subpesca), Camila Lagunas (Subpesca), Jorge Naranjo (Subpesca), Flor Uribe (Subpesca), Malú Zavando (FIPA), Claudio Silva (Jefe de Proyecto PUCV), Jaime Aguilera (PUCV), José Lastra (PUCV) y M. Eugenia Gallardo (PUCV).

Se excusan: Nelson Silva (PUCV), Viviana Vargas (PUCV), Cristián Larraguibel (PUCV).

Se contemplaron los siguientes puntos:

- 1.- Presentación del equipo de trabajo.
- 2.- Presentación general del Proyecto: Metodologías por objetivos.

Temas tratados:

- Bajar requisitos de asistencia para certificación del curso que desarrollará la PUCV, se define en un 85% la asistencia mínima para aprobar.
- Necesidad de reunirse con IFOP dado que ellos realizan un programa para mitílidos y así coordinar entrega de información evitando duplicidades.
- Realizar esfuerzos en obtener la mayor cantidad de fuentes de información (e.g variables ambientales, nutrientes).

Acuerdos

- La coordinación de reuniones con IFOP, las realizará Subpesca.
- Se acordó que en todas las reuniones debiesen estar presentes representantes del FIPA y de Subpesca (área acuicultura).
- Se solicita de parte de Subpesca que el curso de capacitación de este proyecto comience antes (e.g. octubre), solicitud que será evaluada por la PUCV.
- Compromiso de parte de Subpesca de entregar base de datos de mareas rojas, año 2014-2015 y toda la información de mitílicos (la entrega sería la semana del 5 de septiembre 2016).
- Se plantea por parte de Subpesca incorporar en la base de datos para visualización información que poseen de marea roja de la VIII Región, ésta información la entregará Subpesca al equipo de la PUCV el cual evaluará si es factible de incorporar.
- La Subpesca solicita al equipo de la PUCV el envío de la carta Gantt del proyecto.

ACTA DE REUNION DE COORDINACION

PROYECTO FIP 2016-13: "Modelo e implementación de un sistema de visualización para el programa de mareas rojas y larvas de mitilidos, en el Sistema de Información Geográfica de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, II Etapa"

EJECUTOR: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

FECHA: 01/09/2016	LUGAR: FIPA, Valparaíso
<p>TEMAS TRATADOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reunión equipo de trabajo - ✓ metodología por objetivo - objetivo relacionado con Programa Monitoreo de mitilidos: sus pesca proporcionará la información sobre abundancia larvas existente - IFOP tiene información del Programa de Mitilidos, por lo que habrá que reunirse con ellos para coordinar y evitar duplicidades. - curso de capacitación: sus pesca solicita analizar el curso antes antes como octubre, PUCV analizará - Entrega de datos: sus pesca se encargará de entregar la información de mareas rojas que falta, ya que histórica es la mitina y la de mitilidos. Entrega en el semana del 5 de septiembre. 	



ACTA

2ª Reunión Proyecto FIP-2016-13

“Modelo e Implementación de un Sistema de Visualización para el Programa de Mareas Rojas y Larvas de Mitílidos, en el Sistema de Información Geográfica de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, II Etapa”

Fecha: 13 de octubre de 2016

Hora: 17:05 – 17:50 horas

Lugar: SUBPESCA, Piso 20, Valparaíso

Asisten: Camila Lagunas, Jorge Naranjo (SUBPESCA)
José Lastra, Jaime Aguilera y M. Eugenia Gallardo (PUCV).

Temas tratados:

Bases de datos:

- Se comenzó la reunión indicando las dudas por parte de la PUCV respecto de los datos que se están trabajando, particularmente se planteó el problema con el año 2011 (Región de Los Lagos) en todas las variables, además de los problemas para abrir los archivos de la VIII Región, y se acordó por parte de SUBPESCA hacer las consultas a IFOP.
- Se consultó cómo procesar los datos de mitílidos (específicamente lo relacionado con las réplicas) lo cual será consultado al Sr. Alejandro Barrientos y se indicó que los datos en general están más estandarizados que el resto de las bases de datos de los otros programas.
- Se indicó que para las toxinas (año 2012) no está toda la información de los cruceros de vigilancia y se acordó pedir esta información faltante.

Gestión de información:

La Subpesca informó que en relación a la marea roja, se llegó a un acuerdo a nivel de Estado señalando que esta institución sería la encargada de administrar y gestionar para difundir la información referente a lo que genera el Ministerio de Salud (referido a toxinas) y Sernapesca (Programa sanidad moluscos bivalvos, PSMB), por lo tanto la labor de Subpesca será tener

una plataforma propia de marea roja que sea estable, viable, eficiente, con herramientas necesarias para analizar y que tenga dos objetivos:

1. Para difusión a nivel interno, técnico que posea más análisis y resultados.
2. Para público general que sea de fácil lectura y acceso.

Para lo cual han surgido nuevos requerimientos (se pide evaluar y dar el diagnóstico si realmente se pueden hacer en ArcGis Online u otra plataforma):

- La visualización de los metadatos de acuerdo a las normas chilenas de información geográfica y que estos se puedan descargar.
- Actualmente son siete las especies que se quieren visualizar y hasta el momento se tienen tres aplicaciones por cada especie. Se pide si es posible subir una cobertura la cual tuviera todos los campos de las especies y en la misma aplicación tuviera la opción de poder cambiar de campo y simbología para cada una.
- Generar gráficos de análisis históricos de abundancia por estación.
- Exportación e importación de shapes y Kmz (bajar y subir la información) a nivel de usuario público e interno.
- Publicación de ráster, principalmente Temperatura superficial del mar (SST); consultar cómo se subió la información.
- Seleccionar información por un área delimitada, ya sea de forma manual o con una capa vectorial externa.
- Actualización en el visualizador de mapas (cómo hacer el mecanismo para que se pueda actualizar).

Se plantea que ArcGis Online pueda que no sirva para hacer todos estos requerimientos y se plantea por parte de Subpesca hacer una fusión, por ejemplo: tener una portada de Story Maps y que se pueda vincular con algún visualizador de mapas u otra plataforma que sea más adecuada, señalando que hay disposición para realizar lo que sea mejor para lograr estos nuevos requerimientos. Adicionalmente, plantean que se buscará el uso de un servidor (ArcGis Server) dentro de la institución, abriendo la posibilidad próxima del uso de esta plataforma.

Se pide por parte de la PUCV (para la actualización de los mapas) metodología del flujo completo de cómo se sube la información a los servidores los WMS (servicios de mapas), por pasos y todas las herramientas que se ocupan para saber si se puede automatizar.

La PUCV consulta respecto a una posible actualización de los sistemas internos de Subpesca, ante lo cual se advierte de un proyecto próximo a comenzar relativo a una mejora y estandarización de los servidores, bases de datos y sistemas de información geográfica de la institución; lo que establece un marco general para las pruebas futuras que se deben realizar en lo relativo a la subida de la información y a la gestión de la misma.

Otros aspectos:

- Se consultó por parte de la PUCV fecha de coordinación para reunión con IFOP y se informó que podría realizarse a finales de Octubre.
- Se acusó recibo de la encuesta enviada por PUCV la cual fue entregada al Sr. Alejandro Barrientos.
- Subpesca realizó la consulta sobre lo que había quedado pendiente respecto del cambio de fecha para la capacitación, a lo cual PUCV respondió que no será posible debido a problemas de disponibilidad de sala multimedia, por lo tanto el curso se realizaría a partir de marzo 2017 como estaba estipulado en la carta Gantt inicial.
- Se pregunta y se afirma que las licencias serán entregadas en el primer informe de avance (de acuerdo a las bases del proyecto).

Acuerdos

- Se acordó por parte de la PUCV enviar correo electrónico con todas las dudas planteadas y la información faltante para que Subpesca haga las consultas a IFOP.
- Se acordó dar respuesta a las incorporaciones de la VIII Región una vez que se tengan todos los datos disponibles.
- Se acuerda realizar y enviar acta de la reunión por parte de la PUCV.



ACTA 3ª Reunión Proyecto FIP-2016-13

“Modelo e Implementación de un Sistema de Visualización para el Programa de Mareas Rojas y Larvas de Mitílidos, en el Sistema de Información Geográfica de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, II Etapa”

Fecha: 11 de noviembre de 2016

Hora: 14:40 – 15:25 horas

Lugar: SUBPESCA, Piso 19, Valparaíso

Asisten: Alejandro Barrientos, Camila Lagunas, Flor Uribe (SUBPESCA)
Leonardo Guzmán (IFOP), David Opazo, Oscar Espinoza (IFOP, vía Skype)
Claudio Silva (Jefe de Proyecto) José Lastra, Jaime Aguilera y M. Eugenia Gallardo (PUCV).

Objetivo reunión: Coordinar al equipo de la PUCV y a IFOP, y resolver dudas para dar curso a los objetivos específicos del proyecto.

Temas tratados:

- Se comenzó la reunión indicando las dudas por parte de la PUCV respecto de qué tipo de información trabaja IFOP y sus formatos para hacer un diagnóstico de la información a ser incorporada en el visualizador. La PUCV recordó que se envió una encuesta tanto al equipo de SUBPESCA como de IFOP, éste último señaló que aún no han podido revisarla.
- Se plantea por parte de IFOP que para lo que es marea roja, se debe precisar el usuario final al que irán dirigidos los productos del proyecto y así definir las variables y el tipo de información relevante que se va a incluir, en este sentido SUBPESCA señala que existan dos plataformas: una institucional (intranet) que podría entregar una clave para público más especializado y otra para público general que sea simple, de fácil lectura, que pueda ser interpretada a simple vista.
- La PUCV plantea dudas con el sistema de visualización de SUBPESCA (está en mantención), a lo que SUBPESCA señala que existe un proyecto de reciente ejecución para rediseñar el visualizador de mapas de SUBPESCA y que lo que respecta a marea roja se encuentra en un visualizador ArcGis-online y que se estaría evaluando incorporarlo o no al nuevo visualizador, en este sentido PUCV plantea la posibilidad de coordinar con la consultora que se adjudicó el proyecto para poder evaluar formatos y protocolos, SUBPESCA responde que la consultora se encuentra en conocimiento de

- este proyecto y que el tema del servidor es posible realizarlo. Estableciendo además le necesidad de generar la coordinación para el óptimo desarrollo de los productos.
- IFOP plantea el tema de la validación de los datos y que si es posible revisar qué es lo que está resultando del SIG, con el objetivo de aportar en cuanto a qué variable es más importante o cómo visualizarla mejor, ya que el programa (marea roja) no es homogéneo en cuanto a muestreos (e.g. estaciones con poca serie histórica) por lo que habría que conversar respecto de cuáles son las variables que están validadas por Región.
 - Respecto a este punto PUCV señala que es fundamental que se diga cuáles son las variables que son importantes y que si las estaciones que se están ocupando sean las adecuadas.
 - PUCV pidió aunar criterios para los datos de larvas de mitílidos (específicamente lo relacionado con las réplicas) a lo cual IFOP señaló que el promedio es más representativo como indicador a visualizar en el sistema.
 - PUCV planteó el problema con el año 2011 (Región de Los Lagos) en todas las variables, además de los problemas para abrir los archivos de la VIII Región, y se acordó por parte de IFOP volver a enviar los archivos.
 - PUCV señala que se incorporará la VIII Región en el proyecto y consulta sobre el número de especies a ser incorporadas en el visualizador respecto de las abundancias a lo cual IFOP confirma que serán las mismas 8 especies con las que se trabajan para las otras Regiones.
 - Se estableció separar las estaciones de monitoreo en alta y baja frecuencia, en lugar de subprogramas como subprogramas, ya que podía conducir a un trabajo extra y a generar una visión poco clara de lo que se pretendía desplegar.
 - SUBPESCA pide tener informada a las personas del FIPA de toda la comunicación que se genere entre PUCV-IFOP-SUBPESCA.

Compromisos y Acuerdos:

- IFOP se comprometió a responder la encuesta enviada por PUCV antes del 23 de noviembre.
- Se acordó de que en casos de dudas por parte de IFOP serán enviadas al jefe del proyecto con copia a todos los contactos que participan del mismo.
- SUBPESCA enviará los datos de contacto (correo electrónico) de todas y a todas las personas que participan de este proyecto.
- PUCV enviará después del 23 de noviembre los link con los modelos pre-afinados a IFOP con el fin de consultar la pertinencia de los resultados y de las variables interpoladas mediante los modelos desarrollados en esta fase y se acuerda organizar una próxima reunión de coordinación.
- Se acordó por parte de la PUCV enviar correo electrónico con todas las dudas respecto a las bases de datos no resueltas.



ACTA 4ª Reunión Proyecto FIP-2016-13

“Modelo e Implementación de un Sistema de Visualización para el Programa de Mareas Rojas y Larvas de Mitílidos, en el Sistema de Información Geográfica de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, II Etapa”

Fecha: 06 de diciembre de 2016

Hora: 10:15 – 10:50 horas

Lugar: Unidad de Ordenamiento Territorial de Subpesca (UOT), Pudeto 351, Piso 5 of. 14, Valparaíso.

Asisten: Lino Arancibia, Camila Lagunas, Jorge Naranjo (SUBPESCA)

José Lastra, Jaime Aguilera, Cristián Larraguibel, Viviana Vargas y M. Eugenia Gallardo (PUCV).

Objetivo reunión: Resolver dudas para dar curso a los objetivos específicos del proyecto.

Temas tratados:

Se comenzó la reunión indicando las dudas por parte de la PUCV respecto de:

- La configuración del servidor y la base de datos (estructura de tablas y de las salidas principalmente), si es que se deberá cambiar.
- Las capacidades que se le podrán dar a los modelos para generar las salidas, y si es que existe algo que se pueda automatizar dentro de los protocolos de subida (a la publicación de los mismos datos) factible de incorporarlo a los modelos.
- SUBPESCA señala que sí es posible automatizar e incorporarlo a los modelos, y que hace un par de semanas atrás terminaron un proyecto de la actualización de la plataforma y que se encuentran trabajando en la versión de ArcGis server 10.3.1.
- SUBPESCA también señala que está por partir el proyecto (2 semanas más aproximadamente) con Soporta que modifica el visualizador público de SUBPESCA y que también asesora en todos los otros subproductos, por lo tanto una vez que se inicie este proyecto se podrán efectuar reuniones de coordinación para mejoras o requerimientos que se tengan. Soporta plantea trabajar con Portal for ArcGis para lo que es el visualizador interno y ArcGis online para el público, por lo tanto se tiene que ver cómo se enlazará con lo que es marea roja, la idea es que existan 2 opciones: que la información de marea roja se incorpore a la aplicación o, seguir trabajando en ArcGis

online pero que se genere un banner en la aplicación misma y que la redirija, pero eso se resolvería más adelante.

- Se consultó por parte de SUBPESCA en qué etapa se está del proyecto para poder comenzar con este tema en la reunión de diagnóstico que tendrá SUBPESCA, a lo cual PUCV señaló que se entregó el primer informe de avance el 23 noviembre que contemplaba el diagnóstico de las bases de datos anteriores, que se está en el tercer mes del proyecto el cual tiene una duración de 12 meses y que el segundo informe de avance involucra la incorporación de toda la serie histórica del programa a las bases de datos ya existentes, por lo tanto se necesita saber cómo será la estructura general. A lo cual SUBPESCA señala que la estructura será rediseñada pero que la idea es que se proponga una estructura de manera que ésta sea incorporada fácilmente a lo que se va a rediseñar.
- Se señaló por parte de SUBPESCA que se cambió la simbología de las abundancias, por lo cual éstas serán enviadas en un plazo breve para el ajuste correspondiente de los modelos que lo requieran
- Se solicita a SUBPESCA los datos originales de la línea de costa (zona de estudio) en formato CAD.
- Se informó por parte de la PUCV que se cambió la resolución de los ráster a 1KM (antes estaban a 250) el cual arroja un menor error.
- Se explica que la PUCV entregará en el segundo informe de avance, un diagnóstico de los servidores en que se pueden trabajar los datos y cuál sería el más conveniente para este proyecto.
- Se plantea por parte de SUBPESCA la inquietud de la seguridad del Servidor que se proponga a utilizar, y cómo se comporta ante la demanda de usuarios.
- Se solicita por parte de la PUCV que Soporta pueda comenzar con el programa de marea roja para ir en coordinación con el proyecto a lo cual SUBPESCA indica que sí es posible de modificar.

Compromisos y Acuerdos:

- Se enviarán por parte de SUBPESCA las nuevas simbologías de las abundancias.
- En la próxima reunión a definir (enero) se entregará la propuesta de estructura por parte de la PUCV.
- Se enviarán por parte de PUCV los kmz con la zona de estudio que se solicita para que sean enviados en formato CAD.



ACTA 5ª Reunión Proyecto FIP-2016-13

“Modelo e Implementación de un Sistema de Visualización para el Programa de Mareas Rojas y Larvas de Mitílidos, en el Sistema de Información Geográfica de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, II Etapa”

Fecha: 06 de enero de 2017

Hora: 11:15 – 13:00 horas

Lugar: Unidad de Ordenamiento Territorial de SUBPESCA (UOT), Pudeto 351, Piso 5 of. 14, Valparaíso.

Asisten: Camila Lagunas, Jorge Naranjo, Daniel Segura (SUBPESCA)
Claudio Silva (Jefe de proyecto PUCV) José Lastra, Jaime Aguilera, y M.
Eugenia Gallardo (PUCV)
Leandro Zamudio (SOPORTA)

Objetivos reunión:

- 1- Coordinar el trabajo del visualizador de marea roja con la empresa SOPORTA encargada del mejoramiento del visualizador para la SUBPESCA.
- 2- Explicar el desarrollo, los alcances y los requerimientos del visualizador de marea roja.

Temas tratados:

- El jefe de Proyecto PUCV, explica al representante de la empresa SOPORTA (en adelante SOPORTA en qué consiste el Proyecto FIP2016-13, la fecha de inicio y los plazos de éste.
- SOPORTA, señala que requiere saber cuáles son los datos que se deben incorporar, qué datos se disponen y cómo se almacenan, los servicios y las aplicaciones que serán requeridas para el visualizador de marea roja.
- El equipo de la PUCV explica el modelo de interpolación, señalando que son datos mensuales.
- SOPORTA plantea tener una “Aplicación mayor” que englobe las aplicaciones por especie a lo que SUBPESCA señala que requiere visualizar 1 mapa y que la simbología sea la que cambie. Ante ésta idea SOPORTA señala que la solución se puede dar en 3 niveles:
- *Datos*

- *Mapa*
- *Aplicación*
- SOPORTA consulta sobre los requerimientos del usuario interno del visualizador y quiénes serían estos usuarios, a lo que SUBPESCA señala que los usuarios serían
- *SUBPESCA*
- *SERNAPESCA*
- *SEREMIS de salud*
- En cuanto a los requerimientos SUBPESCA señala:
- Geoprocesos, por ejemplo extraer datos en distintos formatos como Excel, CSV, JPG incluyendo las coordenadas (archivo de posición)
- Estadísticas territoriales (especialmente para la abundancia) definida por área:
- *Región*
- *Macrozona*
- Estadística por campo de tabla (e.g *Especie*)
- SUBPESCA indicó que se requiere una comparación por estaciones, que ésta búsqueda pueda hacerse por localidad (área de estudio definida por el usuario), y por código de estación.
- Se discutió acerca de que el visualizador de marea roja tenga un espacio en la página del visualizador de SUBPESCA y que pueda verse en teléfonos móviles y tablets.
- En cuanto al monitoreo de larvas de mitílidos, SOPORTA pregunta qué datos deben mostrarse en el visualizador al público a lo que se responde:
- Ambientales – oceanográficos (TSM, Clo-a, superficial)
- *Ubicación estaciones*
- *Abundancias*
- *Información temporal por estación (valores históricos)*
- SOPORTA plantea la posibilidad de tener un visualizador especial para lo que es mitílidos.
- Con respecto al *Didymo* se indicó que son 170 estaciones de muestreo, donde el dato es presencia o ausencia y que la cobertura requiere modelamiento.
- Se establece por parte de SOPORTA que se evaluarán alternativas para el manejo de la información en formato ráster, dado que los requerimientos actuales planteados contemplan solamente algunos productos específicos (de otras unidades). Por esto se evaluará una forma adecuada de manejar la información en este formato asociada a marea roja.
- SOPORTA establece (mediante los requerimientos de la próxima sección) evaluar los protocolos adecuados de almacenamiento, organización, estructura y accesos. Con el fin de hacer estables la/las aplicaciones web para la visualización de la información. Ante lo cual la PUCV queda a la espera de este análisis, con el fin de evaluar el acceso a la información de la base de datos y el funcionamiento adecuado de los modelos de espacialización.
- Se establece como pertinente el desarrollo de una plataforma única asociada a la Información de Marea Roja, que esté alojada (mediante un link de acceso) a la página institucional de SUBPESCA

Requerimientos pedidos por SOPORTA:

- Solicita el envío por parte de SUBPESCA:
- Informe final del proyecto de marea roja etapa I.
- Esquema del Proceso (Model Builder) que transforma desde Excel a formato SIG
- Documentación que detalle la estructura de los datos de Marea Roja
- Archivos SIG disponibles y publicados en ArcGIS Online.
- Archivos Excel de datos de marea roja:
 - Datos sin alterar
 - Datos preparados para proceso automatizado
- Las estaciones bases y los datos en formato Sig (todo lo trabajado al mes de enero 2017).
- Lista de los actores (instituciones, organismos del Estado) que están interesados en acceder a la información.
- Una muestra de los datos (cómo llega la información, es decir el “dato duro” hasta ser cargado).
- La ubicación de las estaciones de muestreo para *Didymo*.
- Solicita a la PUCV el envío de la estructura del modelo en el cual se está trabajando para el visualizador.

Compromisos y Acuerdos:

- Se enviarán por parte de SUBPESCA lo solicitado por SOPORTA.
- Se enviará por parte de la PUCV lo solicitado por SOPORTA.
- El envío del acta de la reunión por parte de SOPORTA.

A continuación se incluye el acta de la reunión enviada por la Empresa SOPORTA.

MINUTA

ANTECEDENTES GENERALES

Fecha: 06/01/2017	Hora: 11:00	Lugar: Oficina Unidad de Ordenamiento Territorial Subpesca, Pudeto 351, Valparaíso
Convocada por:	Subsecretaría de Pesca	
Proyecto/Servicio:	Proyecto SIG SUBPESCA Fase IV	
Objetivo reunión:	Levantamiento de Requerimientos	
Notas:	Leandro Zamudio	
Duración:	120	
Asistentes:	Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA): Camila Lagunas (CL), Jorge Naranjo (JN), Daniel Segura (DS). Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV): José Lastra (JS), Claudio Silva (CS), Jaime Aguilera (JA), María Eugenia Gallardo (MG) Soporta Limitada: Leandro Zamudio (LZ)	
Autor Minuta:	Soporta Limitada	

TEMAS A TRATAR

Agenda
Presentación de Proyecto SIG Marea Roja
Levantamiento de Requerimientos de Plataforma SIG para Unidad de Gestión Sanitaria y Plagas, SUBPESCA

TEMAS TRATADOS

Discusión
JL, CS, CL: Explican los alcances del proyecto de Marea Roja llevado a cabo por la PUCV y la Unidad de Gestión Sanitaria y Plagas. El proyecto posee duración de un año (septiembre 2016 – septiembre 2017) y se enfoca en el diseño, tratamiento y publicación de datos obtenidos por los cruceros del programa de monitoreo de Marea Roja.

El proyecto, el cual está en su segunda fase, incluye el procesamiento de los datos provenientes de los cruceros, los cuales se normalizan a un modelo de datos y son llevados a formato GIS para ser publicados en la plataforma ArcGIS Online. A través de aplicaciones web de mapas construidas en la misma plataforma se presenta la ubicación de las estaciones de monitoreo y la medición de la abundancia de una especie.

LZ: Consulta sobre los datos que se manejan actualmente en el proyecto. SUBPESCA y PUCV responden indicando que los datos que se manejan son los siguientes:

- Ubicación de las Estaciones Base de monitoreo de Marea Roja
- Mediciones de variables ambientales y oceanográficas por crucero
- Datos raster con interpolaciones en base a las variables medidas en los cruceros

LZ: Consulta sobre la disposición actual de los datos a través de ArcGIS Online y el flujo actual de información. PUCV indica que los datos, que son recibidos del Instituto para el Fomento Pesquero (IFOP), son procesados por la Unidad de Gestión Sanitaria y Plagas para luego ser llevados a formato GIS a través de un proceso automatizado. LZ hace mención de la directiva de la Unidad de Ordenamiento Territorial de llevar los datos a la plataforma SIG de la SUBPESCA para economizar recursos (créditos de ArcGIS Online). PUCV está de acuerdo con transferir desde ArcGIS Online a la Plataforma SIG SUBPESCA el origen de los datos y adecuarán el flujo actual de información para que los datos sean cargados a la Base de Datos SIG de SUBPESCA.

Para facilitar la ejecución del presente servicio respecto de la información del proyecto de Marea Roja, LZ solicitó el envío a través de CL y JN lo siguiente:

- Esquema del Proceso (Model Builder) que transforma desde Excel a formato SIG
- Documentación que detalle la estructura de los datos de Marea Roja
- Archivos SIG disponibles y publicados en ArcGIS Online.
- Archivos Excel de datos de marea roja:
 - o Datos sin alterar
 - o Datos preparados para proceso automatizado

Se discutió acerca de los requerimientos de visor de mapas por parte de la Unidad de Gestión Sanitaria y Plagas. Respecto del visualizador institucional las necesidades identificadas fueron las siguientes:

- Herramienta para extracción de datos en formato SIG, Excel y CSV
- Herramienta para carga y visualización de archivos en formato Shapefile
- Generación de Estadísticas Territoriales (Región, Macrozona Sanitaria)
- Generación de Estadísticas por campo de tabla (Ejemplo: Especie)
- Generación de Estadísticas por área de estudio definida por el usuario
- Búsqueda en mapa de localidad por nombre
- Diseño Responsivo

Además, se identificaron necesidades específicas por parte de la Unidad de Gestión Sanitaria y Plagas para la publicación y consulta de sus datos:

- Visualización de estaciones base de monitoreo de: Marea Roja, Larvas de Mitílidos y Didymo (SUBPESCA facilitará la ubicación de las estaciones para cada monitoreo).

- Búsqueda de Estación de Monitoreo por código de estación.
- Herramienta para la comparación en paralelo de dos estaciones

LZ: Consulta acerca de los organismos con quienes existe interés de intercambio de información relativa a Marea Roja. SUBPESCA señala que existen dos actores relevantes:

- IFOP: quien proporciona la información de monitoreo de plagas a través de cruceros de levantamiento de datos. Actualmente SUBPESCA trabaja con IFOP sobre la definición de una forma de entregar los datos que sea compatible con el proceso automatizado desarrollado por PUCV para los datos de Marea Roja.
- SEREMI de Salud: quien utiliza la información de SUBPESCA frecuentemente para analizar y gestionar alertas sanitarias en la región según corresponda.

LZ consulta por posibles actores adicionales, CL responde que no se tiene presente otros actores, pero se procederá a realizar una lista y ser entregada a SOPORTA junto con la información solicitada.

Conclusiones

Se establecen los requerimientos correspondientes a la Unidad de Gestión Sanitaria y Plagas sobre el visor de mapas, la disponibilidad de los datos y flujos de información.

Se establece de común acuerdo que los datos a entregar y procesar para el presente servicio serán los dispuestos por la Unidad de Gestión Sanitaria y Plagas a enero de 2017. Toda información entregada será procesada en el alcance del presente servicio

Compromiso	Responsable	Fecha Límite
Entrega de documentos y datos solicitados.	Camila Lagunas, Jorge Naranjo	13/01/17
Entrega de listado de actores relevantes	Camila Lagunas, Jorge Naranjo	13/01/17

Esta acta se considerará por aprobada si no se reciben observaciones dentro de los siguientes tres (3) días hábiles.



ACTA 6ª Reunión Proyecto FIP-2016-13

“Modelo e Implementación de un Sistema de Visualización para el Programa de Mareas Rojas y Larvas de Mitílicos, en el Sistema de Información Geográfica de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, II Etapa”

Fecha: 18 de mayo de 2017

Hora: 10:00 horas

Lugar: Edificio SUBPESCA, Piso 20, Valparaíso.

Asisten: Jorge Naranjo (SUBPESCA)

José Lastra, Jaime Aguilera, Cristián Larraguibel, Viviana Vargas (PUCV)

Vía Video-conferencia: Leandro Zamudio (Jefe de área Gis-SOPORTA)

Temas tratados:

1.- Explicación del modelo simplificado de abundancia relativa y administración de datos.

- SOPORTA explica que se realizó un modelo simplificado que consiste en tres entidades y que este busca separar la información espacial de la numérica para trabajarla de forma independiente. Las tres entidades son:

- a) Un Feature Class que contiene la localización espacial de las estaciones de monitoreo.
- b) Una Tabla que incorpora la descripción de las estaciones de monitoreo.
- c) Una Tabla donde se acumulan las mediciones de todos los muestreos.

2.- Requerimientos visualizador.

- SOPORTA explica que el visualizador tendrá funciones para el trabajo con los datos, sin embargo solo se consideraron las funciones más críticas y esas se incluyeron en el visualizador. No se realizaría una web aparte para esto.

- Respecto de la visualización de información temporal, SOPORTA recomienda aprovechar el uso de ArcGis online y mostrar a través de esa plataforma aplicaciones específicas.

3.- Publicación de capas ráster

- SOPORTA explica que la publicación de capas ráster dependerá de la administración del server y que hay que ajustarse al protocolo incorporado en el informe de avance 2 del proyecto entregado por ellos, además habría que evaluar el costo que implica subir imágenes.
- Soporta recomienda cargar las capas ráster en una GDB siguiendo el protocolo de IDE SUBPESCA. La publicación se evaluará. Mientras se recomienda registrar en ArcGis online el recurso del servicio de imágenes.

Compromisos y Acuerdos:

- SOPORTA entregará la estructura de la GDB del modelo de abundancia relativa (esqueleto) a la PUCV para que a través de un trabajo conjunto se revisen los procesos y estos se actualicen, además de realizar pruebas y prácticas con la herramienta.
- Se actualizará el modelo con la información oficial de las estaciones, por lo cual, durante el presente día, Jorge Naranjo de SUBPESCA enviará vía correo electrónico a SOPORTA el listado oficial de las estaciones con sus códigos.
- Se incorporará al modelo la información del nombre del subprograma del cual provienen los muestreos. Para esto SOPORTA añadirá una nueva columna en la tabla de muestreos codificando los subprogramas:

Subprograma	Código
Regular	1
Raúl Marín Balmaceda	2
Vigilancia	3
Otro	4



ACTA 7ª Reunión Proyecto FIPA-2016-13

“Modelo e Implementación de un Sistema de Visualización para el Programa de Mareas Rojas y Larvas de Mitílidos, en el Sistema de Información Geográfica de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, II Etapa”

Fecha: 10 de Agosto de 2017.
Hora: 10:00 horas.
Lugar: Unidad de Ordenamiento Territorial de SUBPESCA (UOT), Pudeto 351, Piso 5 of. 14, Valparaíso.

Asisten: Jorge Naranjo (SUBPESCA).
José Lastra, Jaime Aguilera, y Cristián Larraguibel (PUCV).

Temas tratados:

1.- Explicación y transferencia del Modelo REPLA versión Beta 2.0 para plataforma ArcGis Desktop.

- El equipo PUCV hizo transferencia de una versión Beta del modelo REPLA a través de una unidad de almacenamiento; que considera los siguientes aspectos:

- d) Modelos de espacialización vectoriales de Abundancias Relativas de especies nocivas consideradas en el Programa de Monitoreo de Mareas Rojas (PMMR) de IFOP; con las modificaciones de lectura de bases de datos establecidas por SOPORTA Ltda.
- e) Modelos de espacialización vectorial de toxinas (VAM-VDM-VPM).
- f) Modelos de Interpolación geoestadística.
- g) Simbologías para archivos de salida ráster y vectorial asociados a los modelos de espacialización e interpolación.
- h) Tablas de modelación base y plantillas geoestadísticas estacionales de predicción y error estándar para todas las variables de estudio.

- Se realizó la instalación y configuración de la herramienta (Modelo REPLA versión Beta 2.0) en una unidad de trabajo dentro de la UOT y se probaron los modelos solucionando cualquier tipo de inconveniente de compatibilidad; explicando detalladamente a Jorge Naranjo las modificaciones realizadas sobre las estructuras generales y las salidas correspondientes además del funcionamiento.

2.- Reunión IFOP- SUBPESCA - PUCV

- Se consultó por parte de SUBPESCA la factibilidad de realizar la reunión entre IFOP-SUBPESCA-PUCV, mediante video conferencia u otro tipo. Ante lo cual el equipo consultor solicitó ver la posibilidad de que esta fuera presencial con el fin de socializar y discutir de mejor forma los resultados de los objetivos claves del proyecto con los profesionales de IFOP.

3.- Visualización WEB

- El equipo PUCV realiza la consulta sobre los alcances de la visualización actual del servidor SUBPESCA y las aplicaciones web respectivas, quedando claro que aún no se contempla una visualización ráster con los datos del Proyecto, pero sí de los vectoriales.

Compromisos y Acuerdos:

- SUBPESCA establece que realizará pruebas con el Modelo REPLA versión Beta 2.0, con el fin de ver su funcionalidad y realizar posibles observaciones al desarrollo que favorezcan a la versión final de esta herramienta.

- SUBPESCA coordinará la reunión solicitada por el equipo consultor PUCV con el equipo de IFOP a cargo de los datos del PMMR.

- El equipo PUCV queda al pendiente de cualquier modificación por parte de SUBPESCA al Modelo REPLA versión Beta 2.0, y queda disponible ante cualquier solicitud y complicación que surja durante el período de marcha blanca.



ACTA 8ª Reunión Proyecto FIPA-2016-13

“Modelo e Implementación de un Sistema de Visualización para el Programa de Mareas Rojas y Larvas de Mitílidos, en el Sistema de Información Geográfica de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, II Etapa”

Fecha: 12 de Septiembre de 2017.
Hora: 11:00 horas.
Lugar: Comunidad Edificio Unión Central Oficina 401, Piso 4, Santiago Centro

Asisten: Jorge Naranjo (SUBPESCA), Leonardo Guzmán, Oscar Espinoza (IFOP), José Lastra, Jaime Aguilera y Claudio Silva (PUCV).

Temas tratados:

1.- Presentación de resultados generados en el proyecto asociados a la modelación MaxEnt para especies de dinoflagelados (*A. catenella*, *D. acuta* y *D. acuminata*) y la zonificación biofísica realizada para la zona de estudio.

- El equipo PUCV realizó una presentación de los resultados obtenidos para parte de los objetivos 1 y 5 haciendo énfasis en los aspectos principalmente de validación de resultados, opinión y retroalimentación por parte de IFOP.

- Las principales comentarios se destacan a continuación:

Modelos Bio-ORACLE

- i) Los modelos de distribución potencial realizados con datos Bio-ORACLE responden adecuadamente en torno a cómo se espera y se ha detectado que se distribuyan los organismos considerados.
- j) Se debe considerar que el hecho de que exista una aptitud significativa para la presencia de las especies no necesariamente va a estar asociado a altas abundancias de la misma.
- k) En torno a la distribución se determina que sería clave ver cómo incorporar forzantes físicos dentro de la modelación, debido a que gran parte de la distribución general de los ensambles de fitoplancton están condicionados por movimientos advectivos.

- l) Hay que tener precaución en la lectura de ciertas variables, ejemplo Clorofila a dado que los organismos modelados (dinoflagelados) son los menores contribuyentes de clorofila. No obstante es un buen proxy para la detección de ensambles o acoples de diferentes organismos donde estos también se encuentran.
- m) Los modelos presentan una respuesta muy buena sobre todo en torno a la distribución de *D. acuta*, donde el modelo capta la variabilidad y genera una zona de probabilidad de presencia en el estuario de Reloncaví donde históricamente bajo ciertas condiciones especiales se ha encontrado la especie.
- n) La contribución de las variables ambientales al modelo coincide con lo observado en los diferentes estudios realizados por IFOP, sobre todo en las contribuciones o importancia de la temperatura y la salinidad.

Modelos PMMR

- a) Evaluar la posibilidad de realizar modelaciones considerando la estacionalidad que se conoce de la especie (estacionalidad variable dependiendo de la región y zona de estudio).
- b) Poner atención con la interpretación de los resultados y la contribución de ciertas variables ambientales (ej. viento) y los resultados entregados por los modelos sobre todo para invierno.
- c) Ver la forma de incorporar más adelante componentes de hidrodinámica en los modelos.
- d) Las variables ambientales en torno a su contribución y rangos también coinciden con lo mostrado por otros estudios realizados por IFOP.
- e) Se establece que existe una transferencia de error que se genera desde la interpolación de las variables ambientales, por lo que la fiabilidad de las grillas está condicionada.
- f) Se efectuaron algunas muestras de resultados obtenidos por parte de IFOP en torno a las señales temporales y espaciales de las especies que iban en concordancia a lo obtenido mediante la modelación.

Zonificación Bio-física

- a) Las agrupaciones obtenidas mediante las zonificaciones (satelitales, PMMR y CIMAR) son consistentes con las zonificaciones biológicas (ensambles de fitoplancton) generadas por IFOP lo que al ser metodologías y aproximaciones diferentes desde lo metodológico es un resultado prometedor.
- b) Se realizan comparaciones rápidas entre los resultados y se ve que existe consistencia entre todos ellos, con la salvedad de la sobreestimación satelital en algunas de las zonas, principalmente las más cercanas a la costa.
- c) IFOP plantea que se realizará una campaña para recolectar datos en las zonas más oceánicas lo que permitiría calibrar de mejor forma la zonificación generada y complementar mucho más las zonificaciones generadas por IFOP.

2.- Validación de productos e información de IFOP dentro del SIG y visualizador SUBPESCA

- Se realizó una nueva revisión de los productos que IFOP consideró relevantes incorporar en el visualizador de SUBPESCA ante lo que se confirmó y validó lo dispuesto en las encuestas enviadas durante los primeros meses del proyecto.
- Jorge Naranjo estipuló que gran parte de los requerimientos asociados a la carga de archivos rásters están en proceso de gestión por parte de SOPORTA Ltda.
- Leonardo Guzmán establece necesario incorporar ciertas aclaraciones asociadas a variables que pueden ser malinterpretadas por el público general (ej. Clorofila *a*).

ANEXO 2. OBJETIVO ESPECÍFICO N°1

RESUMEN ESTADÍSTICO BÁSICO POR VARIABLE AMBIENTAL PMMR

Tabla 44. Resumen de datos temperatura ambiente año 2013

Temperatura Ambiente (°C)								
	N	Min	Max	Mean	Std. error	Varianza	Stand. dev	Median
VERANO	86	11.80	23.25	16.10	0.29	7.07	2.66	15.23
OTOÑO	88	9.05	17.55	11.62	0.16	2.33	1.53	11.52
INVIERNO	88	5.45	12.75	8.76	0.14	1.64	1.28	8.65
PRIMAVERA	88	8.85	15.97	12.59	0.15	1.89	1.38	12.65

Tabla 45. Resumen de datos temperatura del mar 0-10 metros año 2013

Temperatura del mar 0-10 metros (°C)								
	N	Min	Max	Mean	Std. error	Varianza	Stand. dev	Median
VERANO	85	11.15	15.43	13.10	0.13	1.35	1.16	12.87
OTOÑO	85	10.08	12.10	10.94	0.05	0.22	0.46	10.85
INVIERNO	85	8.53	10.90	9.68	0.06	0.27	0.51	9.67
PRIMAVERA	85	10.31	14.92	11.39	0.09	0.69	0.83	11.24

Tabla 46. Resumen de datos velocidad del viento (m/s) año 2013

Velocidad del viento (m/s)								
	N	Min	Max	Mean	Std. error	Variance	Stand. dev	Median
VERANO	85	0.967	4.546	2.657	0.086	0.633	0.796	2.646
OTOÑO	87	0.900	5.717	2.832	0.115	1.144	1.070	2.706
INVIERNO	88	0.829	5.642	2.862	0.109	1.053	1.026	2.769
PRIMAVERA	88	1.183	4.489	2.801	0.086	0.652	0.808	2.801

Tabla 47. Resumen de datos oxígeno disuelto 0 a 10 m, año 2013

Oxígeno Disuelto 0-10 m (mg/litro)								
	N	Min	Max	Mean	Std. error	Variance	Stand. dev	Median
VERANO	86	6.21	17.60	11.55	0.25	5.26	2.29	11.41
OTOÑO	88	4.76	12.28	7.99	0.11	1.14	1.07	7.86
INVIERNO	88	6.52	10.11	8.15	0.08	0.52	0.72	8.17
PRIMAVERA	88	6.19	10.82	8.54	0.11	1.04	1.02	8.48

Tabla 48. Resumen de datos salinidad superficial año 2013

Salinidad 0 m (PSU)								
	N	Min	Max	Mean	Std. error	Variance	Stand. dev	Median
VERANO	85	6.005	33.860	28.293	0.801	54.484	7.381	31.843
OTOÑO	86	6.908	33.434	28.052	0.815	57.172	7.561	32.128
INVIERNO	86	4.657	33.287	27.625	0.835	60.017	7.747	31.548
PRIMAVERA	86	5.623	33.599	28.416	0.775	51.643	7.186	31.704

Tabla 49. Resumen de datos salinidad 0-10 m, año 2013

Salinidad 0-10 m (PSU)								
	N	Min	Max	Mean	Std. error	Variance	Stand. dev	Median
VERANO	87	17.785	33.724	30.026	0.485	20.489	4.527	32.028
OTOÑO	86	17.337	33.448	30.135	0.465	18.559	4.308	32.307
INVIERNO	86	18.874	33.301	29.908	0.427	15.692	3.961	31.815
PRIMAVERA	87	17.639	33.498	30.219	0.436	16.552	4.068	32.092

Tabla 50. Resumen de datos clorofila a 0-10 m, año 2013

Clorofila a (mg/m ³)								
	N	Min	Max	Mean	Std. error	Variance	Stand. dev	Median
VERANO	73	0.36	7.04	1.82	0.15	1.53	1.24	1.54
OTOÑO	84	0.27	11.59	2.06	0.24	4.72	2.17	1.15
INVIERNO	84	0.25	8.05	1.72	0.23	4.32	2.08	0.71
PRIMAVERA	84	0.40	15.61	2.50	0.28	6.63	2.57	1.64

GRÁFICOS DE PROBABILIDAD NORMAL Y RESULTADOS DE ANDERSON-DARLING PARA VARIABLES AMBIENTALES PMMR

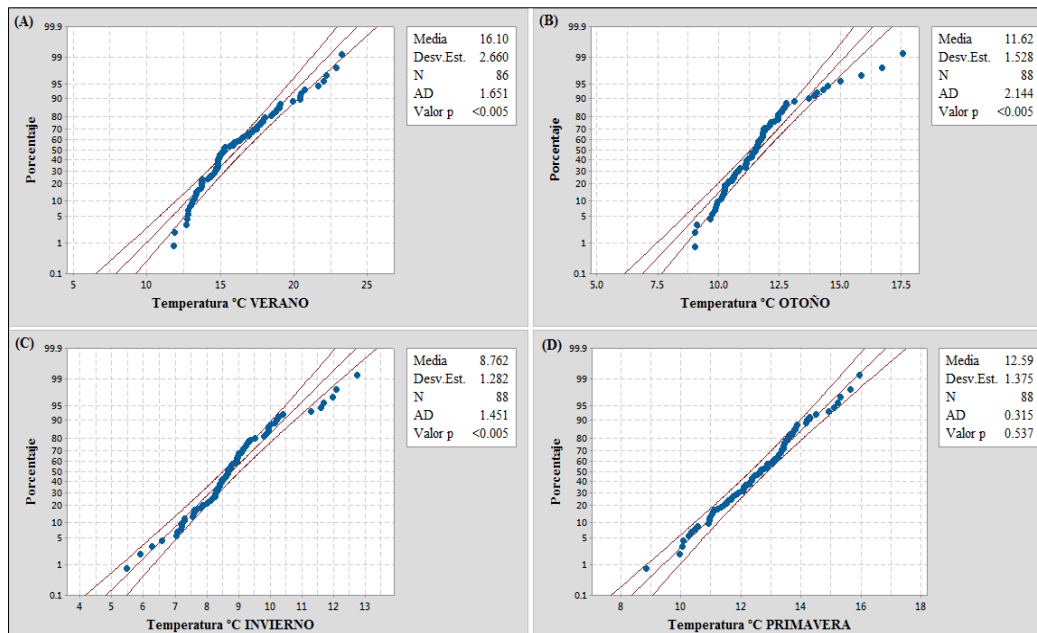


Figura 142. Gráficos de probabilidad y ajuste a distribución normal con valores de AD e intervalos de confianza del 95%. A) Verano, B) Otoño, C) Invierno y D) Primavera.

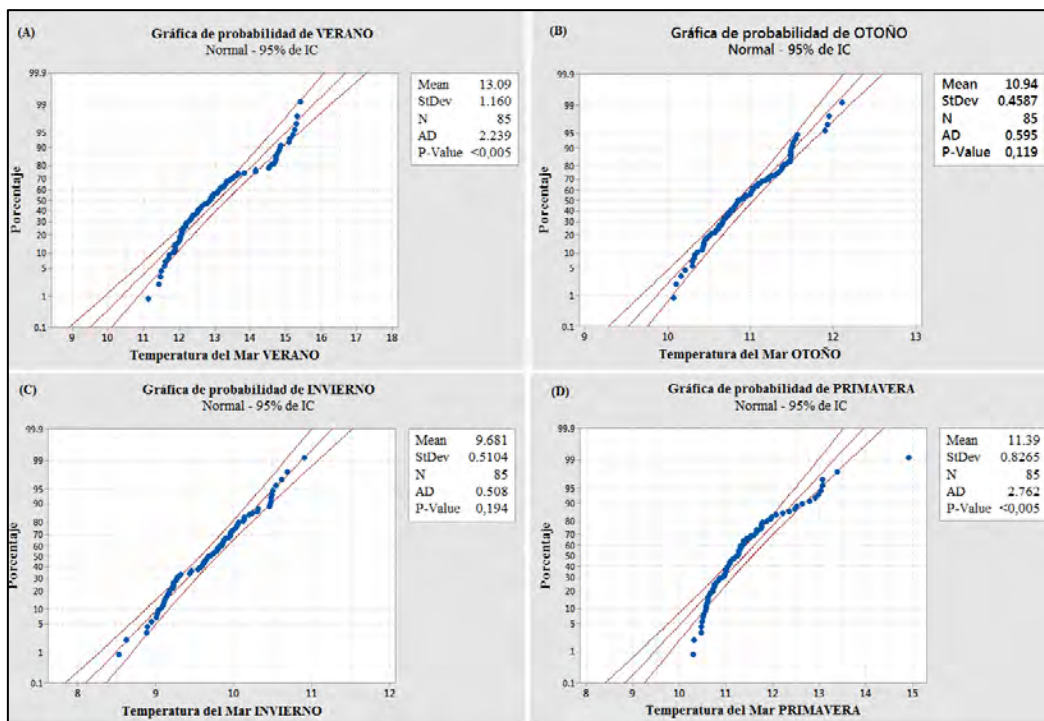


Figura 143. Gráficos de probabilidad y ajuste a distribución normal con valores de AD e intervalos de confianza del 95%. A) Verano, B) Otoño, C) Invierno y D) Primavera.

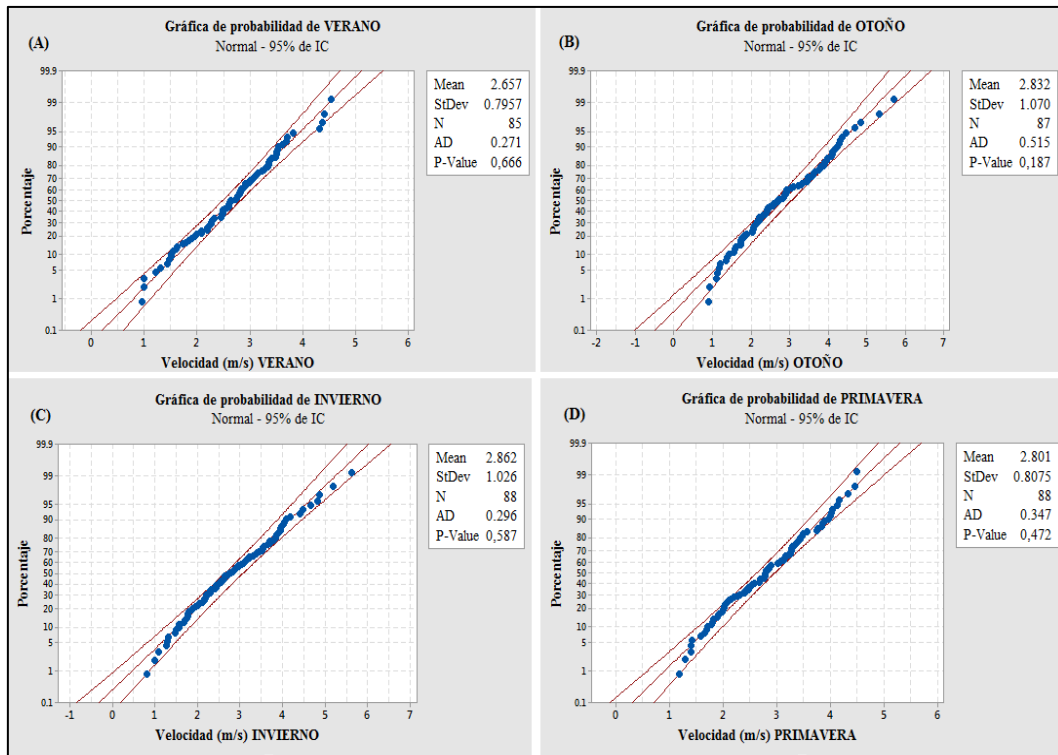


Figura 144. Gráficos de probabilidad y ajuste a distribución normal con valores de AD e intervalos de confianza del 95%. A) Verano, B) Otoño, C) Invierno y D) Primavera.

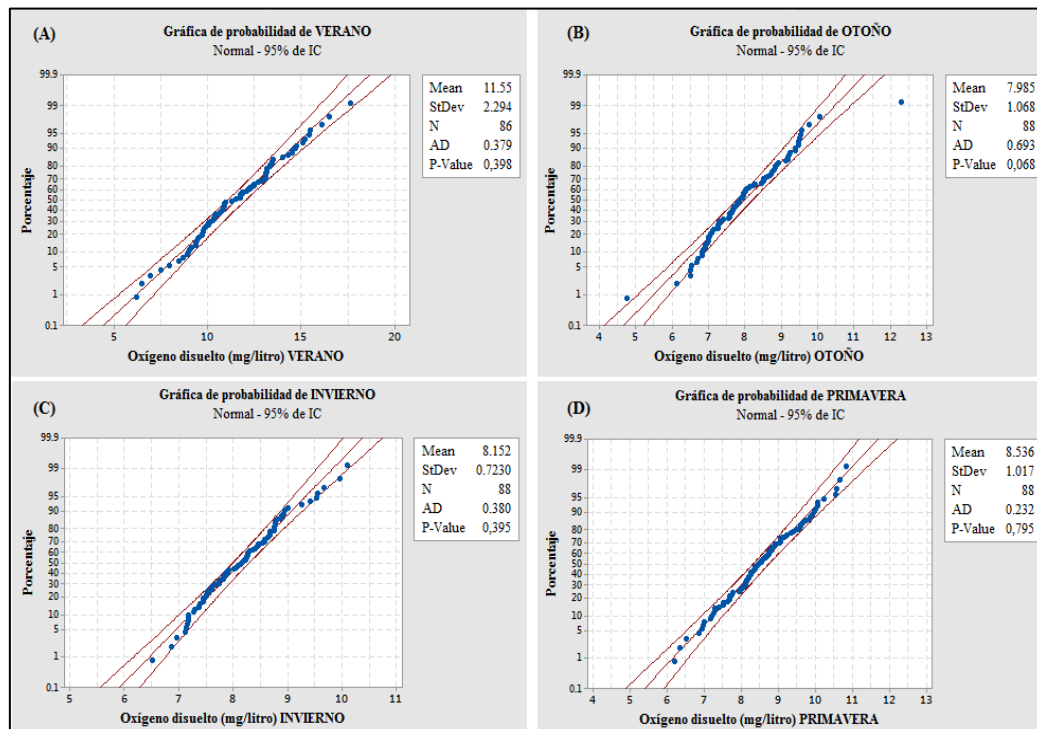


Figura 145. Gráficos de probabilidad y ajuste a distribución normal con valores de AD e intervalos de confianza del 95%. A) Verano, B) Otoño, C) Invierno y D) Primavera.

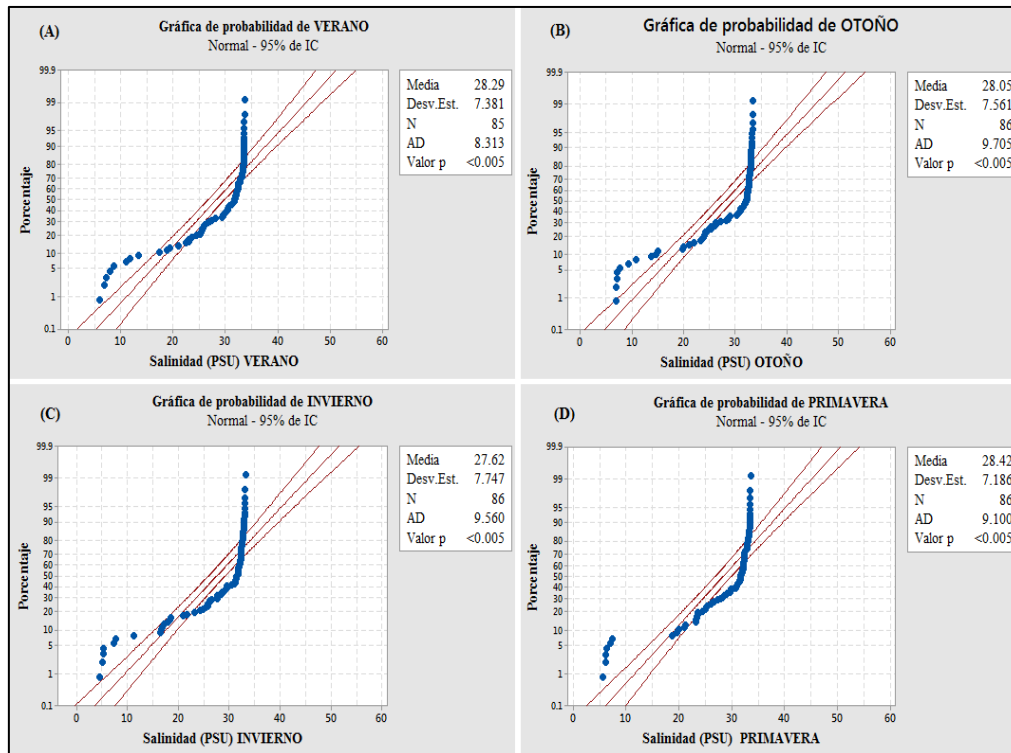


Figura 146. Gráficos de probabilidad y ajuste a distribución normal con valores de AD e intervalos de confianza del 95%, salinidad superficial. A) Verano, B) Otoño, C) Invierno y D) Primavera.

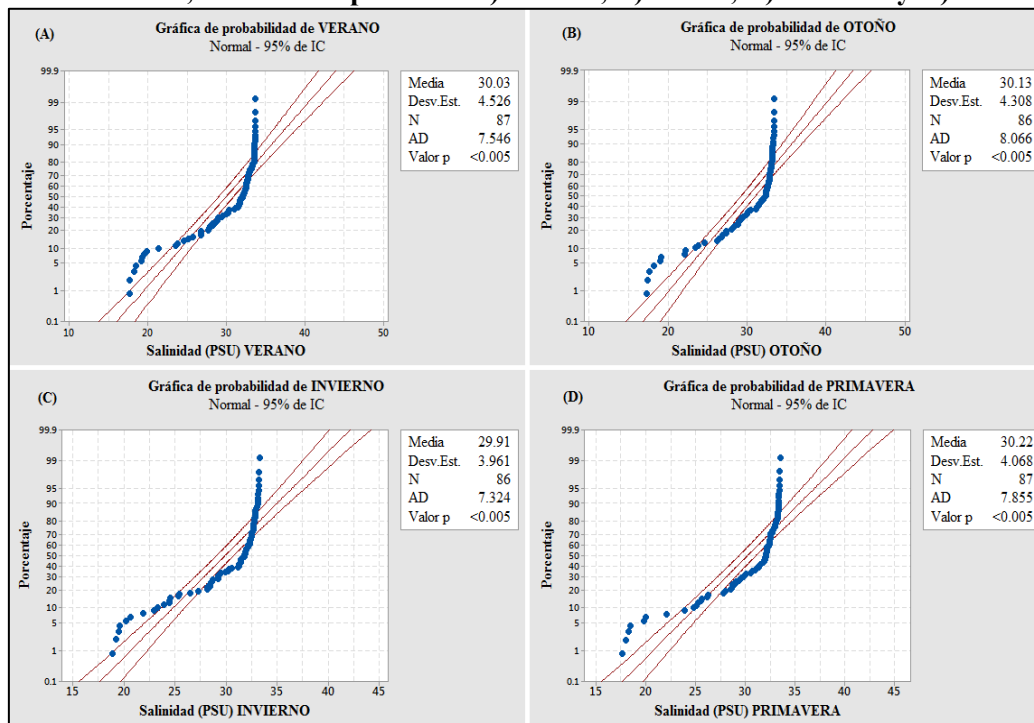


Figura 147. Gráficos de probabilidad y ajuste a distribución normal con valores de AD e intervalos de confianza del 95%, salinidad 0-10 m. A) Verano, B) Otoño, C) Invierno y D) Primavera.

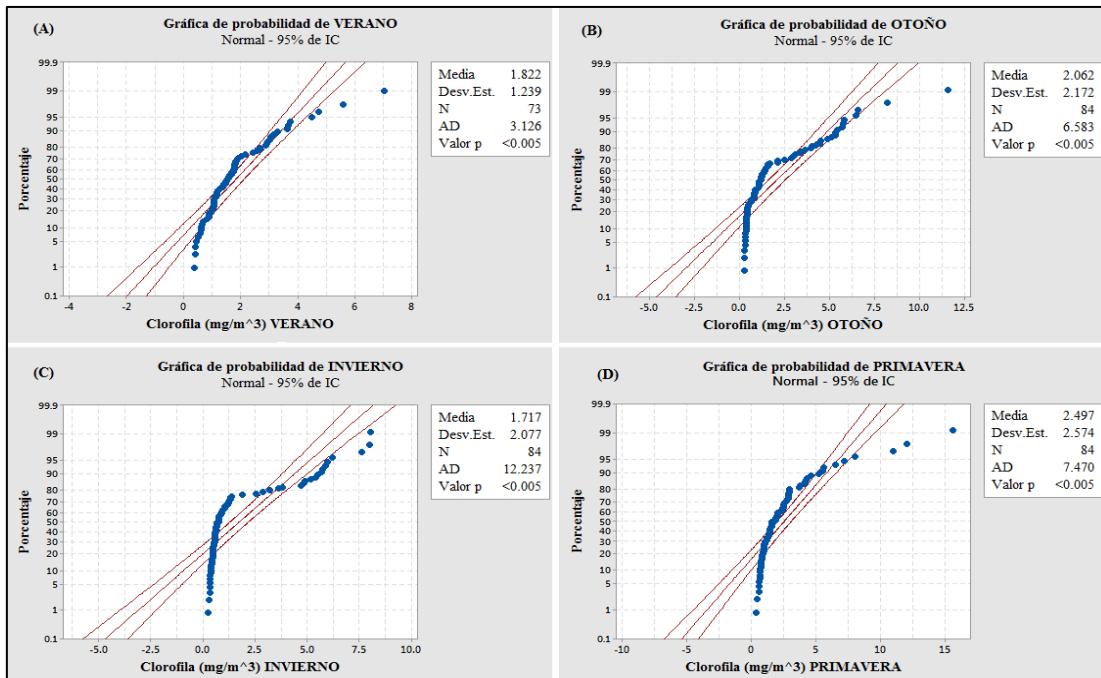


Figura 148. Gráficos de probabilidad y ajuste a distribución normal con valores de AD e intervalos de confianza del 95%. A) Verano, B) Otoño, C) Invierno y D) Primavera.

**RESULTADOS DE DATOS TRANSFORMADOS POR ESTACIÓN PARA
VARIABLES AMBIENTALES PMMR**

Tabla 51. Resultados de la aplicación de transformaciones a datos de temperatura ambiente sobre estadísticos para ajuste a distribución normal

	VERANO		OTOÑO		INVIERNO		PRIMAVERA	
	Sin transformar	Transformado	Sin transformar	Transformado	Sin transformar	Transformado	Sin transformar	Transformado
Media	16.10	2.77	11.62	2.45	8.76	3.05	12.60	15.58
Mediana	15.23	2.72	11.52	2.44	8.65	3.03	12.65	14.65
Skewness	0.78	0.46	1.04	0.85	0.54	0.07	-0.05	0.00
Kurtosis	2.98	2.53	5.97	4.49	4.32	4.19	3.02	3.01

Tabla 52. Resultados de la aplicación de transformaciones a datos de temperatura del mar sobre estadísticos para ajuste a distribución normal

	VERANO		PRIMAVERA	
	Sin transformar	Transformado	Sin transformar	Transformado
Media	13.09	2.57	11.39	2.43
Mediana	12.87	2.56	11.24	2.42
Skewness	0.54	0.43	1.50	1.25
Kurtosis	2.11	2.05	5.93	4.83

Tabla 53. Resultados de la aplicación de transformaciones a datos de clorofila a sobre estadísticos para ajuste a distribución normal

	VERANO		OTOÑO		INVIERNO		PRIMAVERA	
	Sin transformar	Transformado	Sin transformar	Transformado	Sin transformar	Transformado	Sin transformar	Transformado
Media	1.82	0.40	2.06	0.23	1.72	-0.00	2.50	0.57
Mediana	1.54	0.43	1.15	0.14	0.71	-0.35	1.64	0.49
Skewness	1.77	-0.04	1.78	0.26	1.68	0.88	2.84	0.41
Kurtosis	6.91	2.85	6.51	1.96	4.49	2.48	12.54	2.90

MAPAS PUNTUALES DE VARIABILIDAD ESTACIONAL PARA VARIABLES AMBIENTALES PMMR

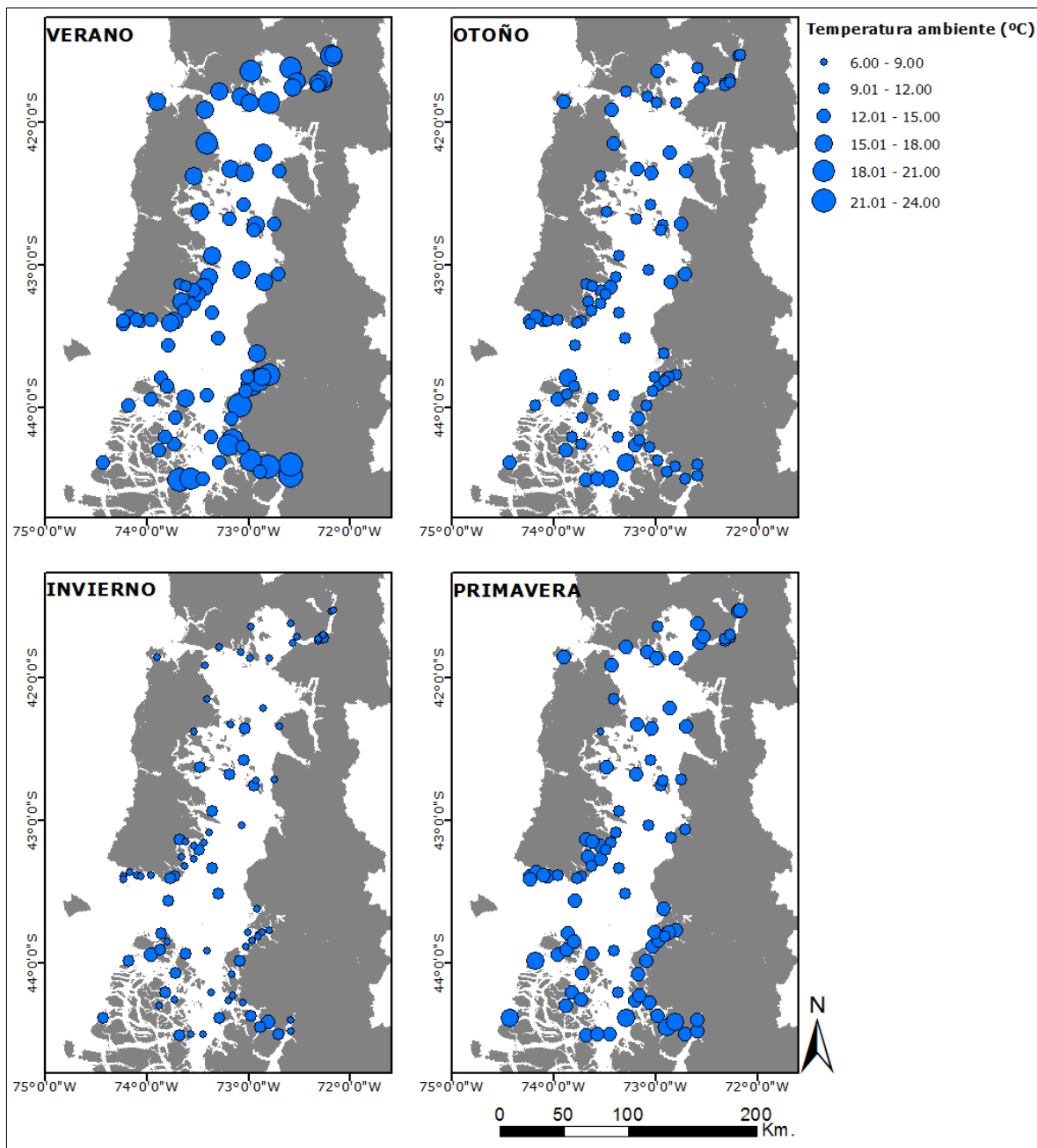


Figura 149. Distribución espacial y variabilidad estacional promedios estacionales de temperatura ambiente (°C).

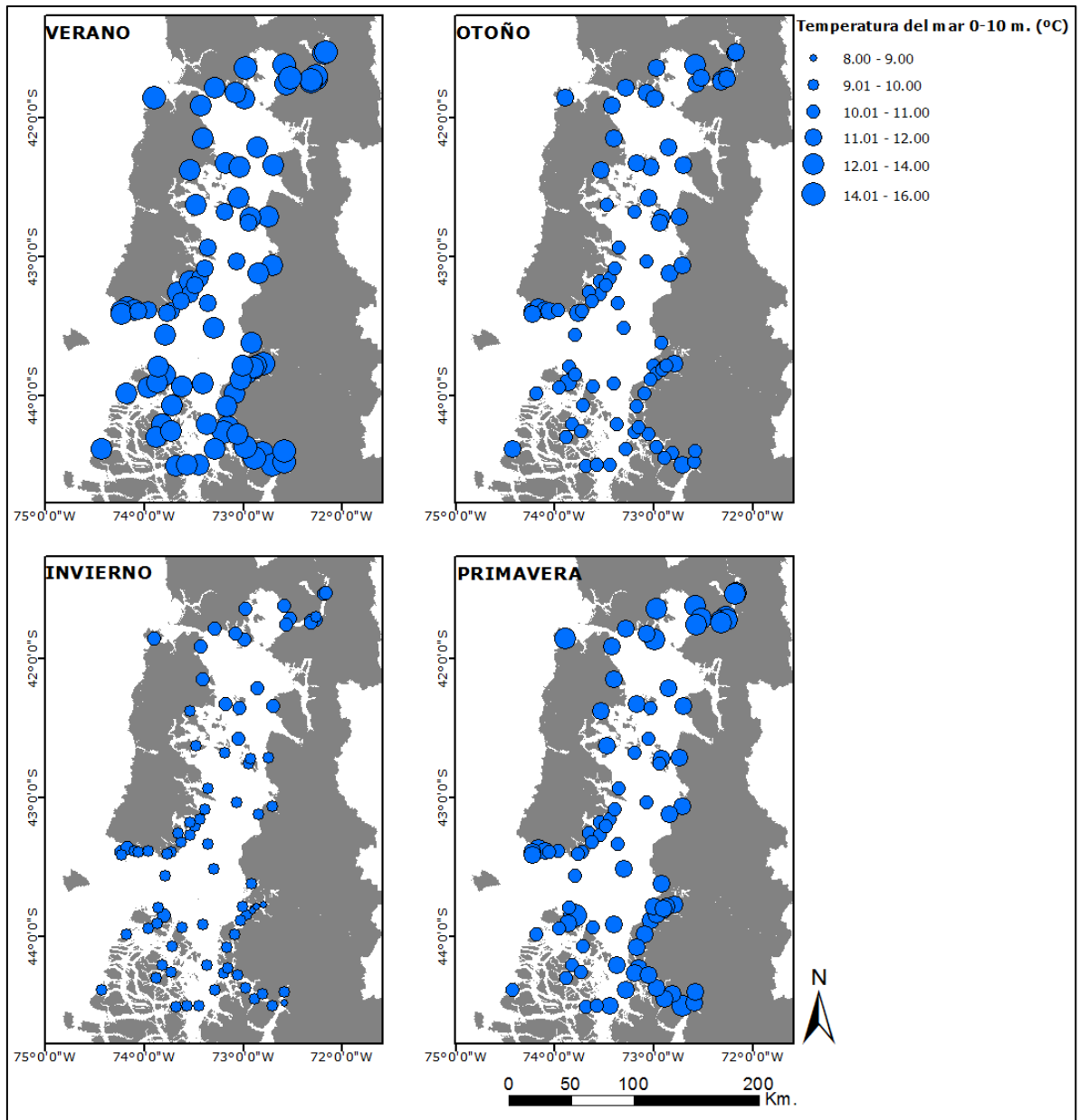


Figura 150. Distribución espacial y variabilidad estacional promedios estacionales de temperatura del mar (°C), año 2013.

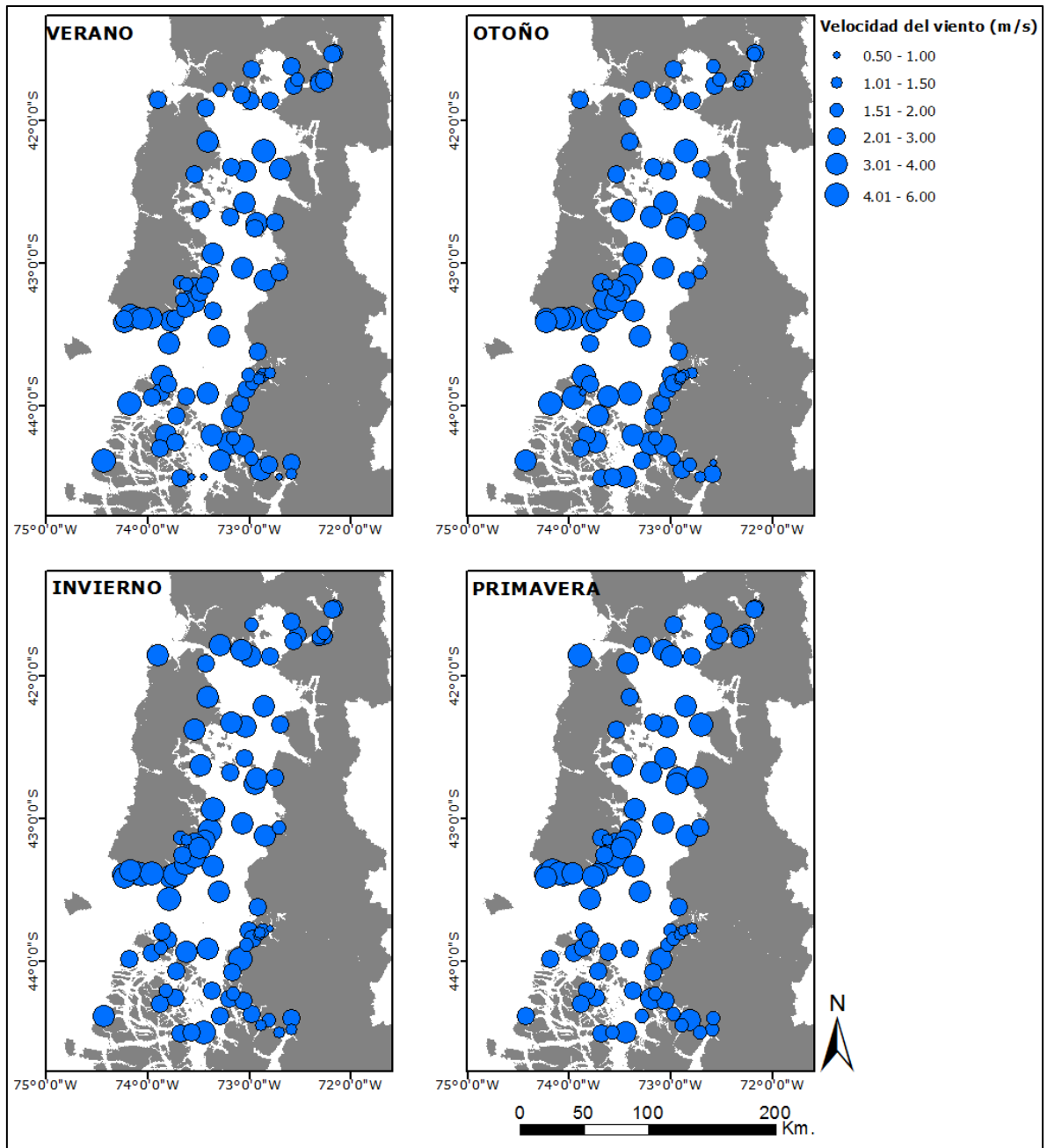


Figura 151. Distribución espacial y variabilidad estacional promedios estacionales de velocidad del viento (m/s), año 2013.

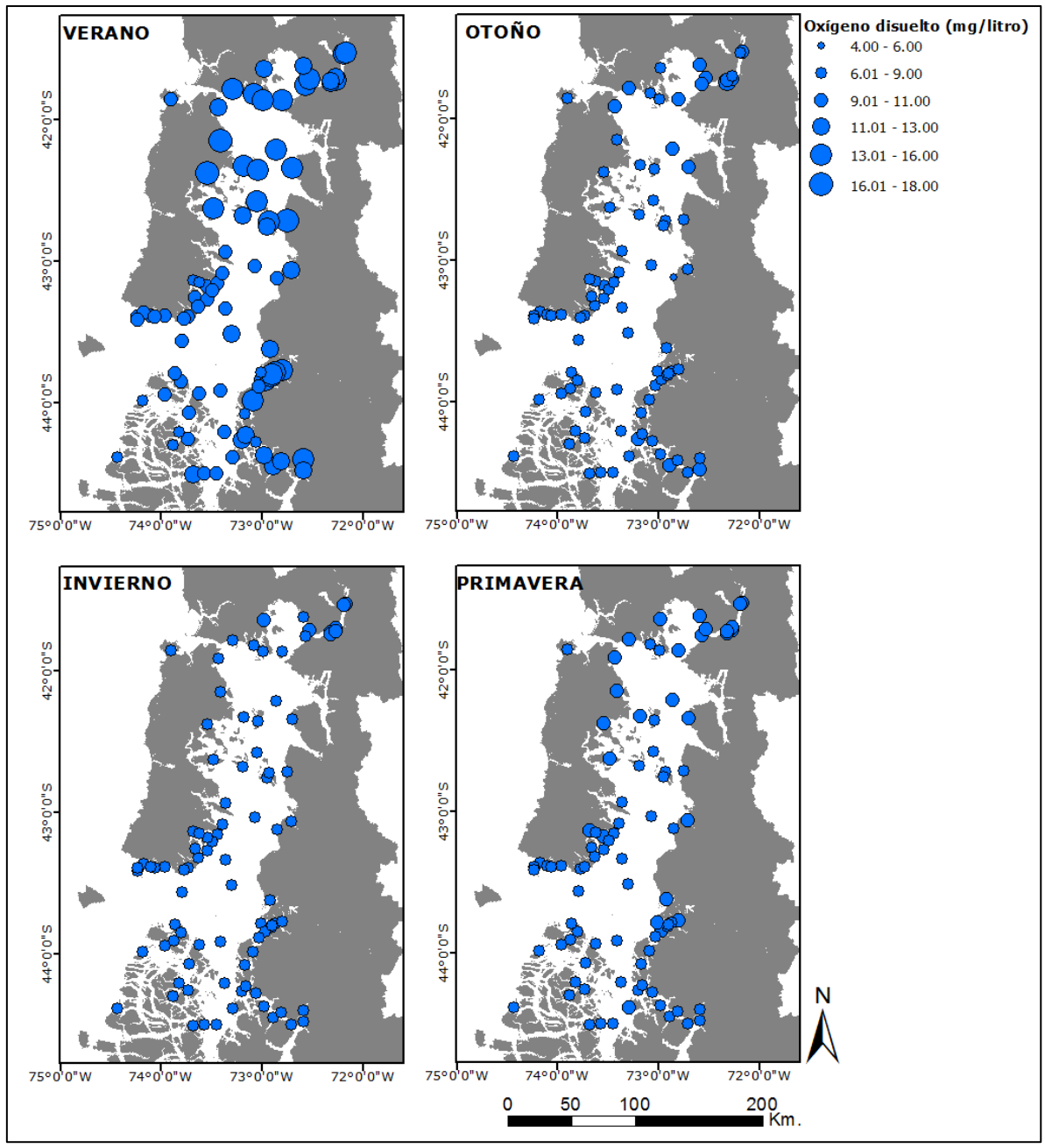


Figura 152. Distribución espacial y variabilidad estacional promedios estacionales de oxígeno disuelto (mg/litro).

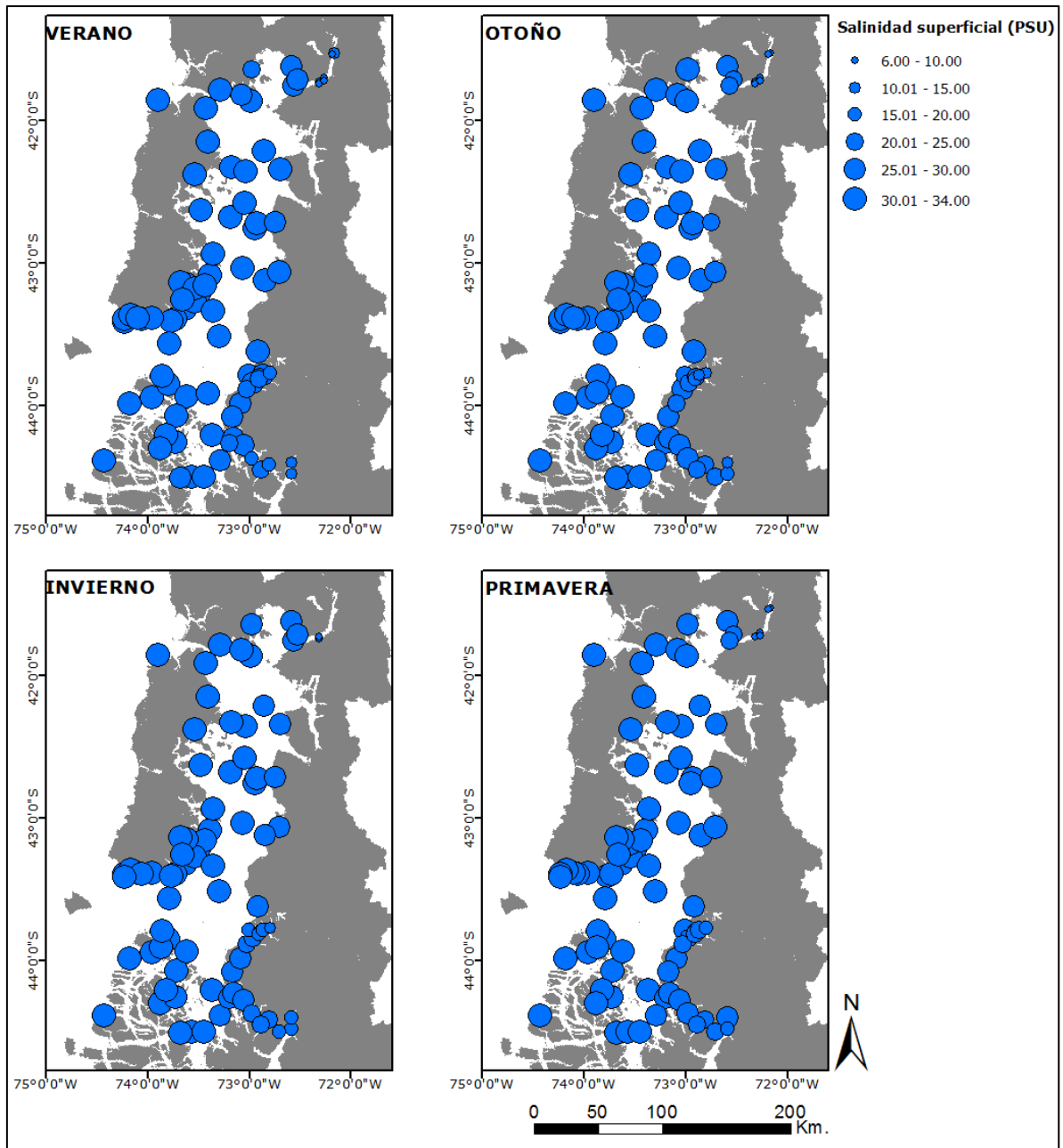


Figura 153. Distribución espacial y variabilidad estacional promedios estacionales de salinidad superficial (PSU).

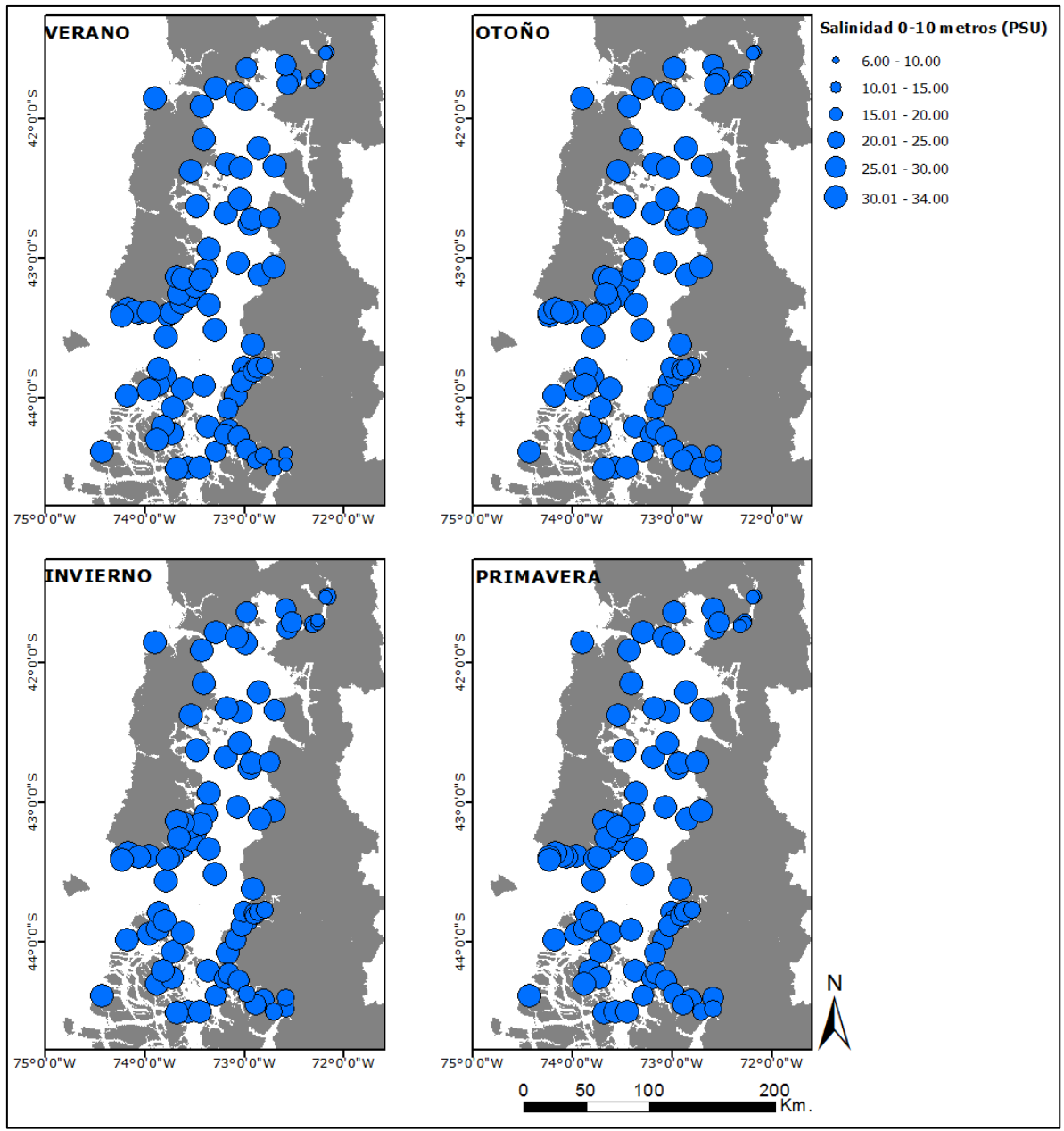


Figura 154. Distribución espacial y variabilidad estacional promedios estacionales de salinidad 0-10 m (psu).

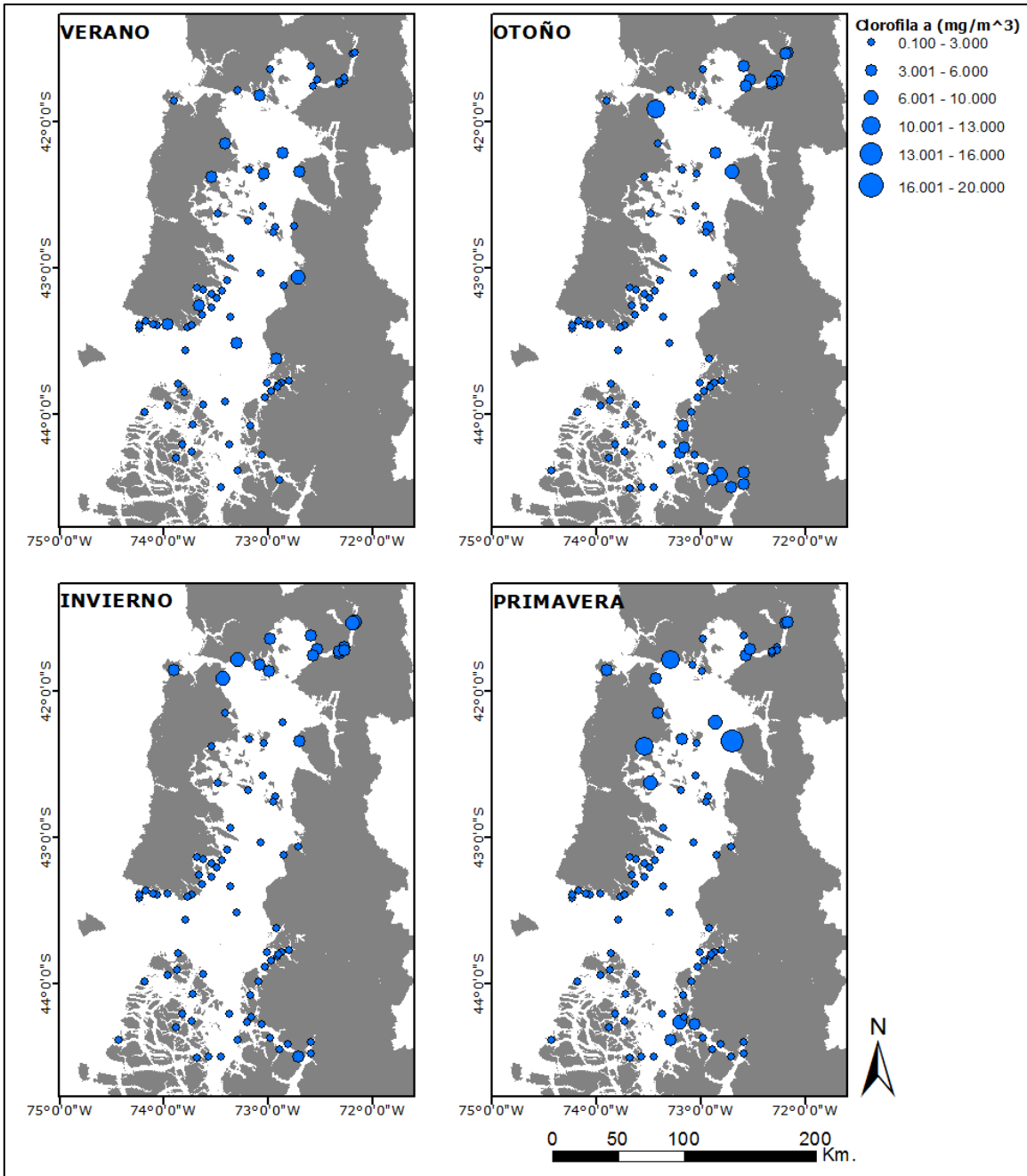


Figura 155. Distribución espacial y variabilidad estacional promedios estacionales de clorofila a (mg/m^3).

GRÁFICOS DE TENDENCIA DIRECCIONAL PARA VARIABLES AMBIENTALES PMMR

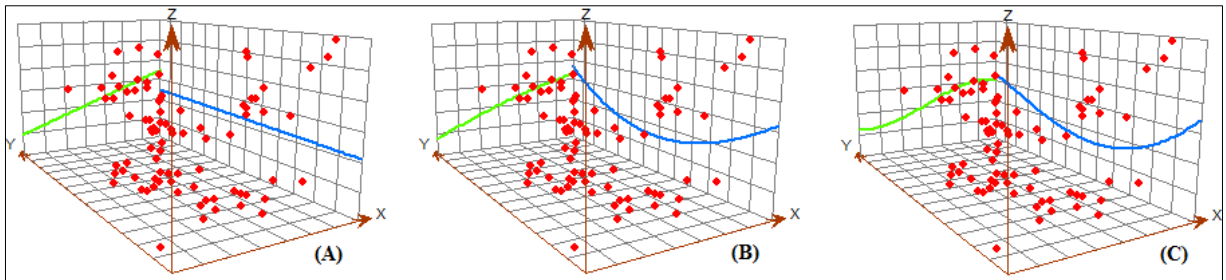


Figura 156. Tendencia global temperatura ambiente, Verano de 2013. A) Primer orden, B) Segundo orden y C) Tercer orden.

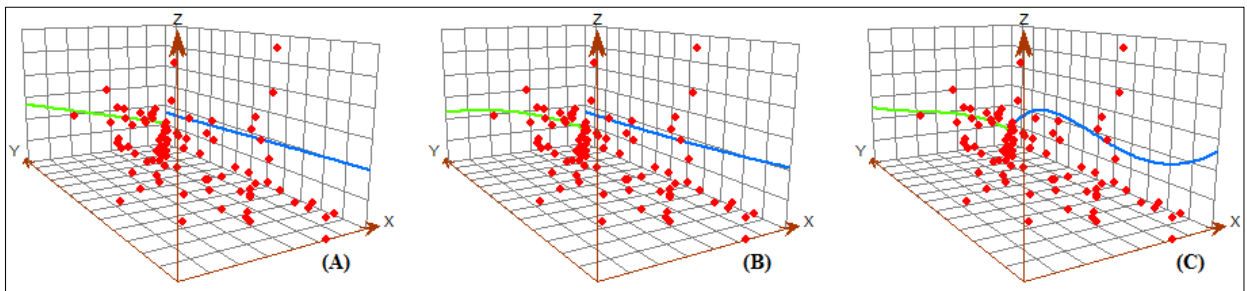


Figura 157. Tendencia global temperatura ambiente, Otoño de 2013. A) Primer orden, B) Segundo orden y C) Tercer orden.

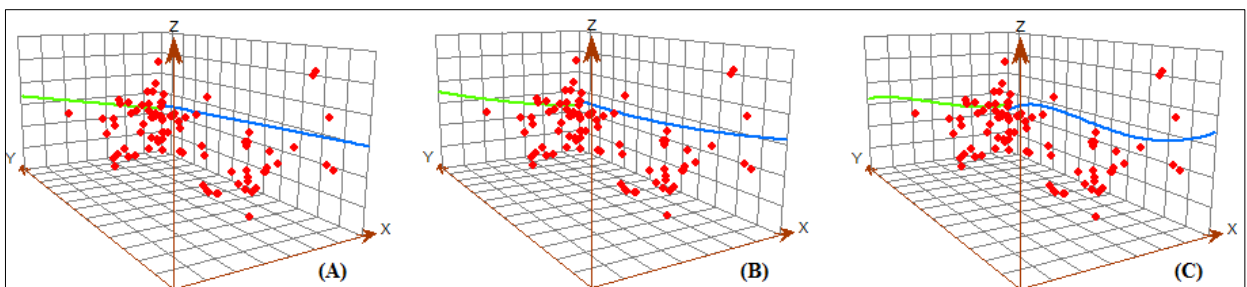


Figura 158. Tendencia global temperatura ambiente, invierno de 2013. A) Primer orden, B) Segundo orden y C) Tercer orden.

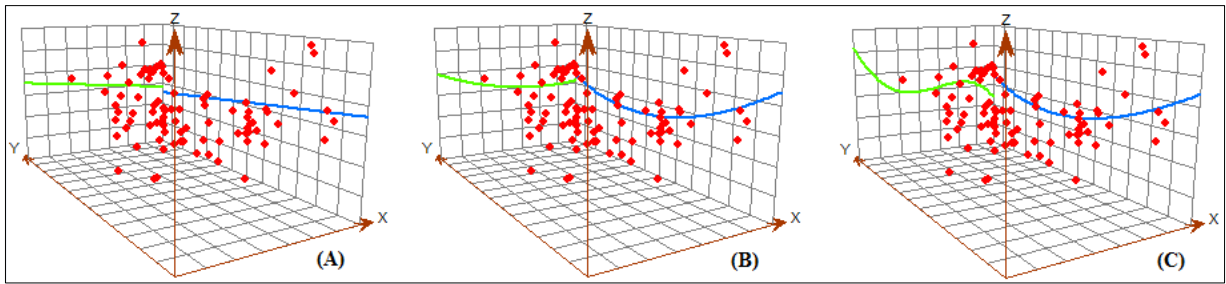


Figura 159. Tendencia global temperatura ambiente, primavera de 2013. A) Primer orden, B) Segundo orden y C) Tercer orden.

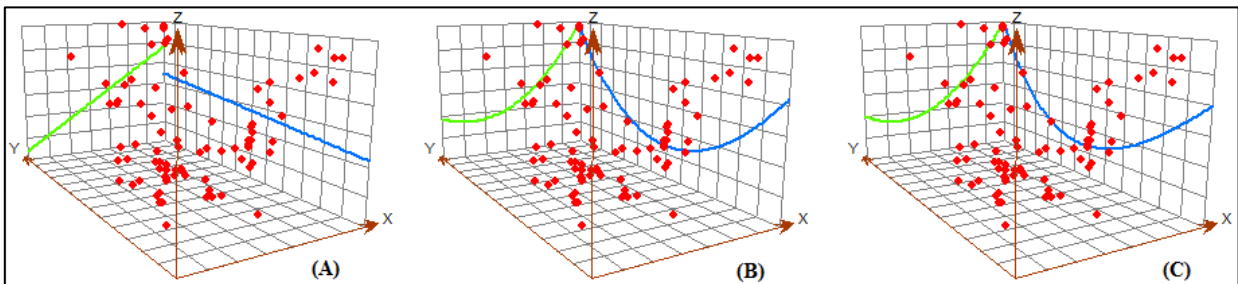


Figura 160. Tendencia global temperatura del mar, verano de 2013. A) Primer orden, B) Segundo orden y C) Tercer orden.

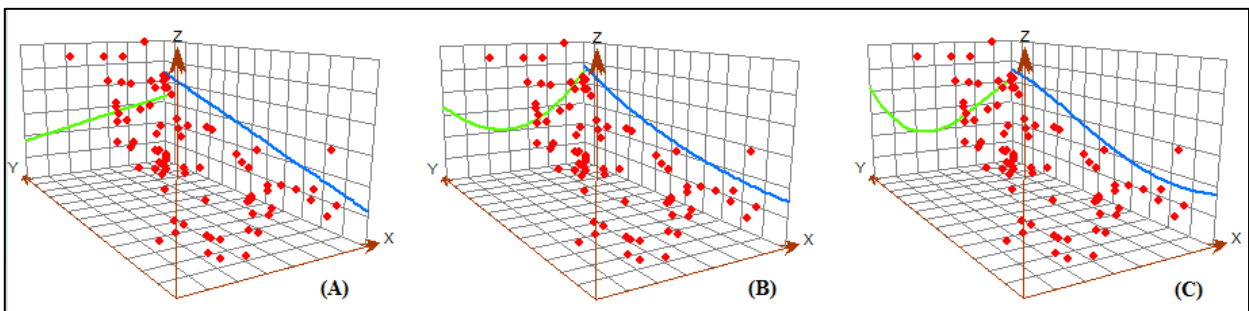


Figura 161. Tendencia global temperatura del mar, otoño de 2013. A) Primer orden, B) Segundo orden y C) Tercer orden.

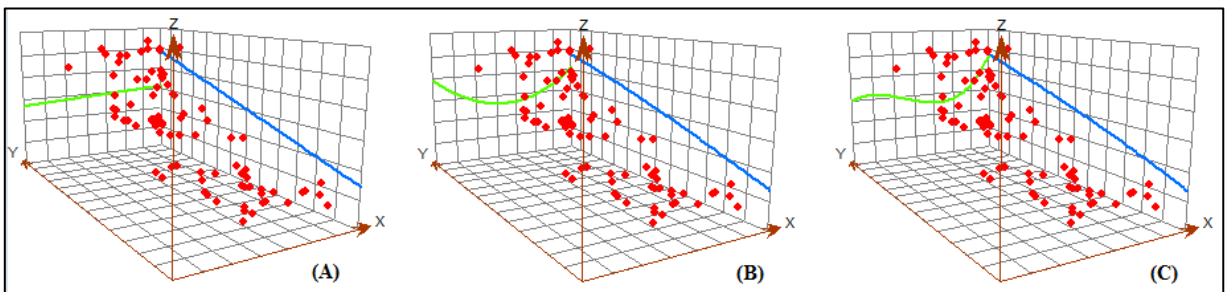


Figura 162. Tendencia global temperatura del mar, invierno de 2013. A) Primer orden, B) Segundo orden y C) Tercer orden.

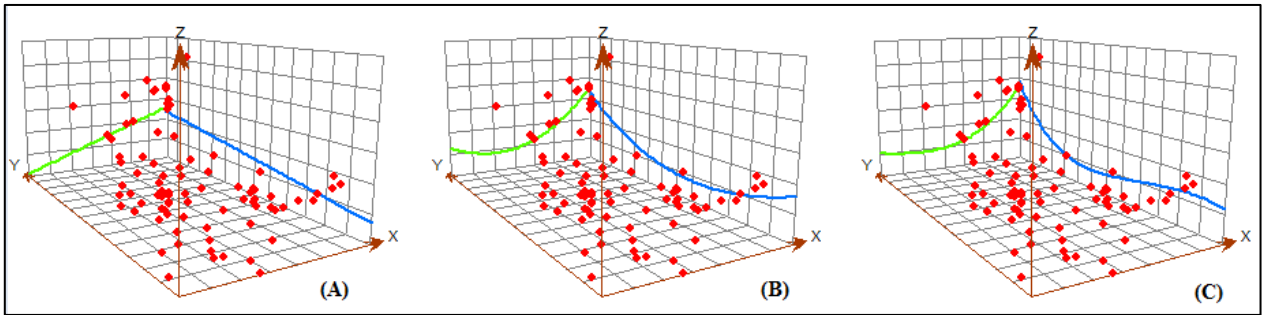


Figura 163. Tendencia global temperatura del mar, primavera de 2013. A) Primer orden, B) Segundo orden y C) Tercer orden.

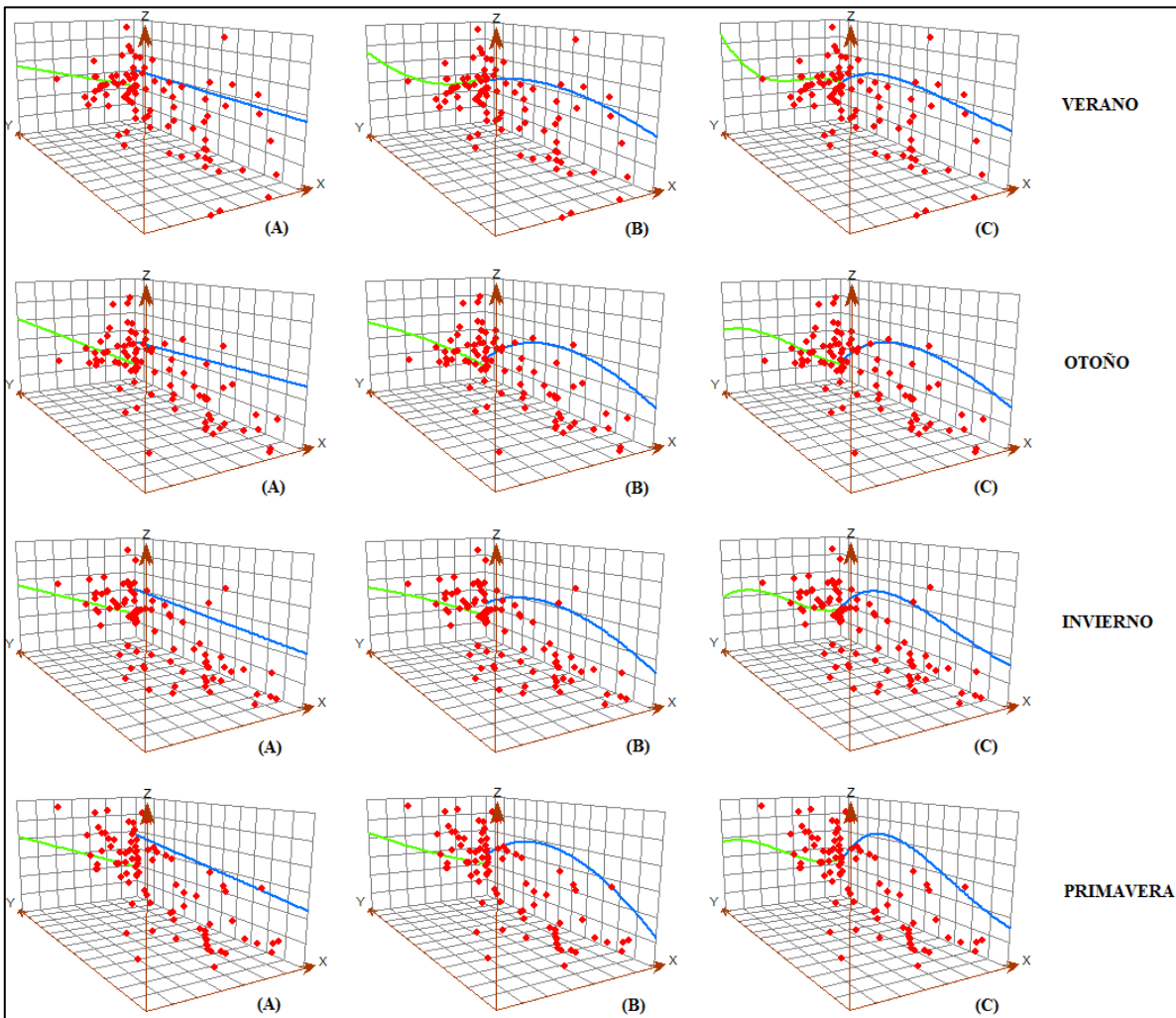


Figura 164. Tendencia global velocidad del viento para las 4 épocas del año. A) Primer orden, B) Segundo orden y C) Tercer orden.

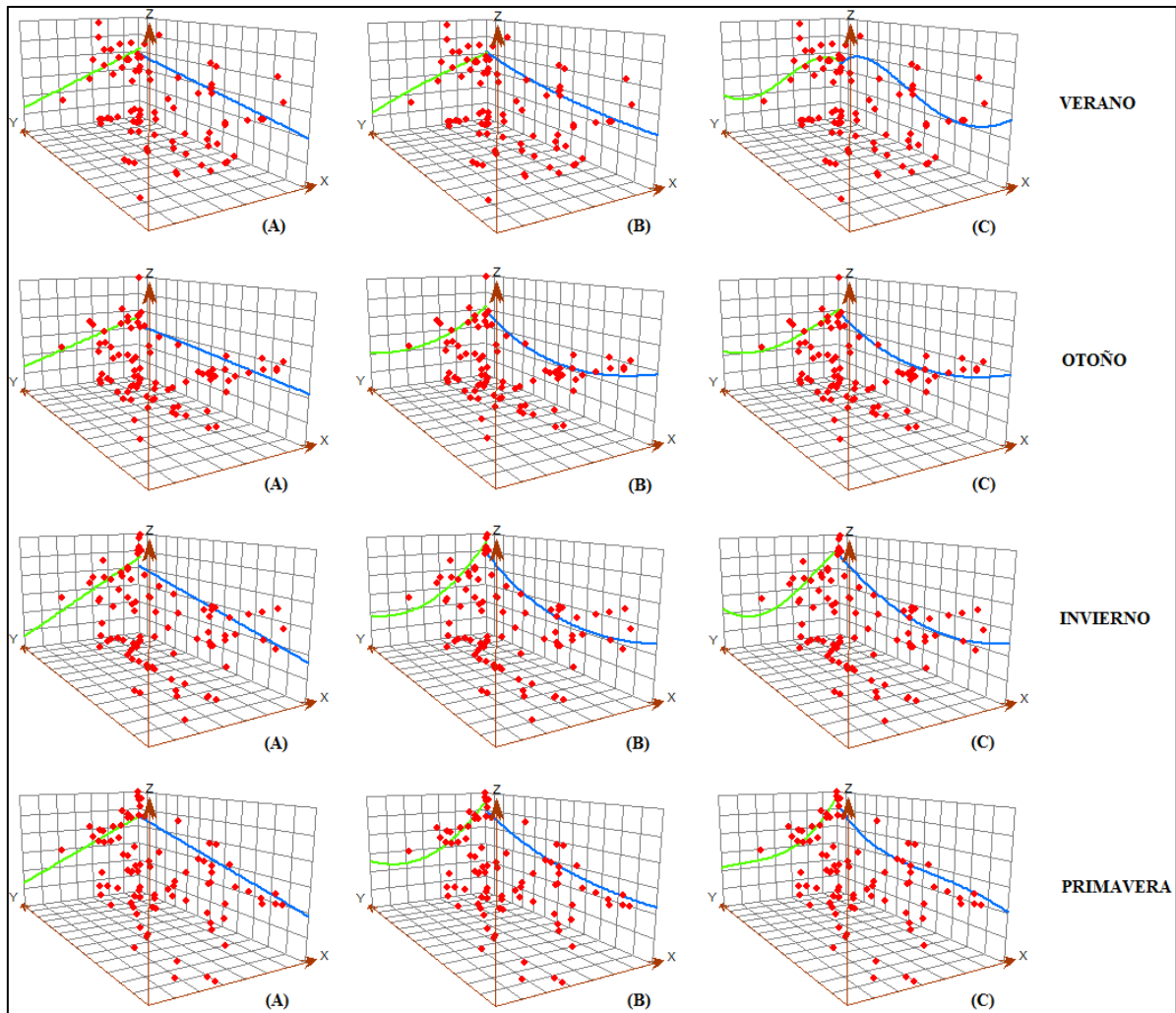


Figura 165. Tendencia global oxígeno disuelto, 2013. A) Primer orden, B) Segundo orden y C) Tercer orden.

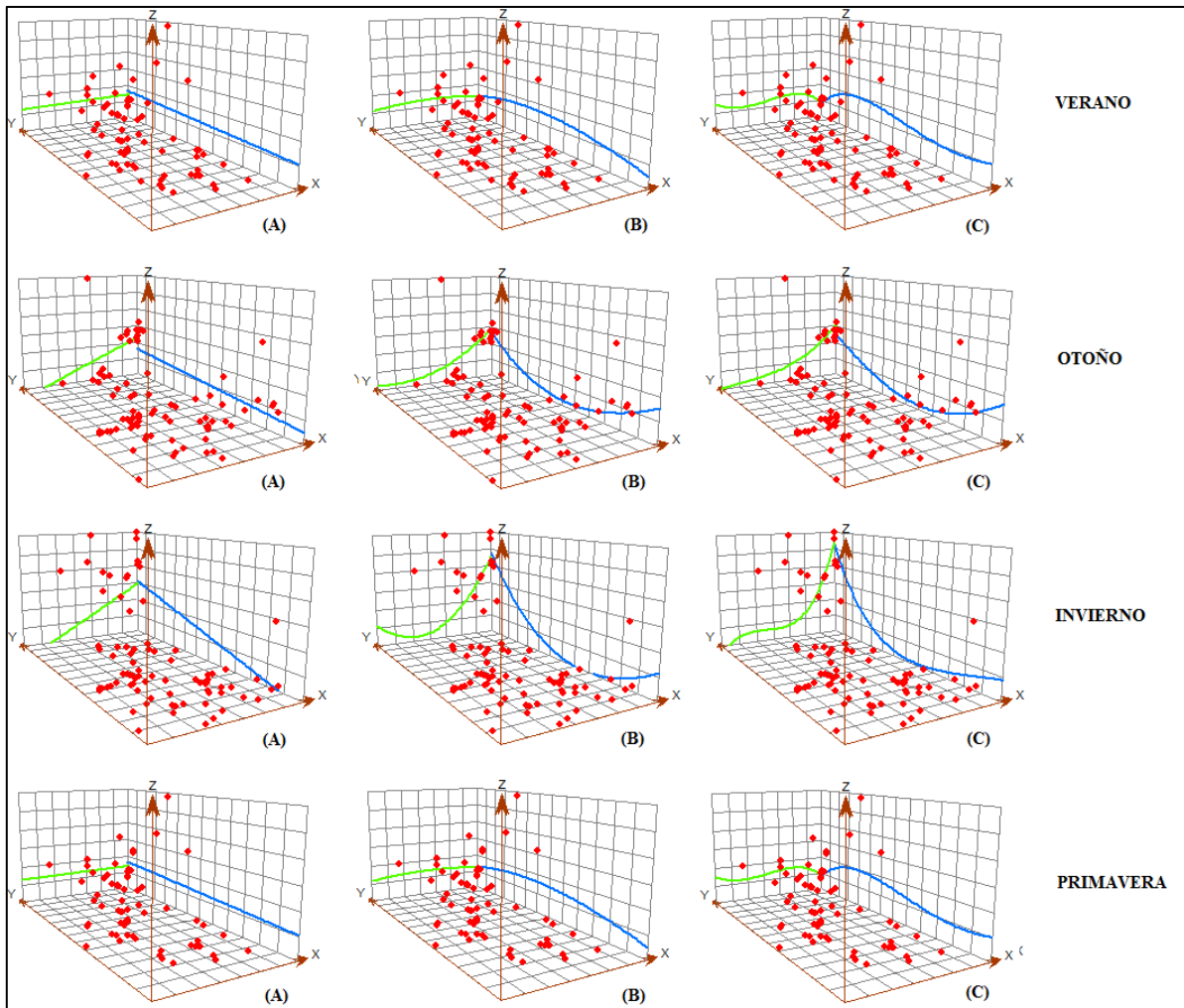


Figura 166. Tendencia global clorofila *a*, 2013. A) Primer orden, B) Segundo orden y C) Tercer orden.

**MODELOS DE INTERPOLACIÓN ESTACIONALES OBTENIDOS CON GS+ PARA
VARIABLES AMBIENTALES PMMR**

Tabla 54. Modelos de semivariogramas anisotrópicos seleccionados mediante GS+ 10.0 para temperatura ambiente

ESTACIÓN	RSS	PROPORTION (C/(Co+C))	COEFFICIENT	MODELO
VERANO	0.0431	0.765	0.994	Exponencial
OTOÑO	1.002E-03	0.806	0.885	Exponencial
INVIERNO	0.149	0.965	1	Exponencial
PRIMAVERA	6.842E-03	0.733	0.844	Lineal

Tabla 55. Modelos de semivariogramas anisotrópicos seleccionados mediante GS+ 10.0 para temperatura del mar

ESTACIÓN	RSS	PROPORTION (C/(Co+C))	COEFFICIENT	MODELO
VERANO	6.94E-04	0.956	0.985	Esférico
OTOÑO	3.531E-06	0.905	0.962	Lineal
INVIERNO	2.83E-05	0.893	0.953	Gaussiano
PRIMAVERA	1.405E-04	0.924	0.934	Exponencial

Tabla 56. Modelos de semivariogramas anisotrópicos seleccionados mediante GS+ 10.0 para velocidad del viento

ESTACIÓN	RSS	PROPORTION (C/(Co+C))	COEFFICIENT	MODELO
VERANO	2.13E+00	0.854	0.837	Exponencial
OTOÑO	2.890E+00	0.869	0.88	Exponencial
INVIERNO	3.28E+00	0.897	0.932	Exponencial
PRIMAVERA	3.850E+00	0.793	0.978	Exponencial

Tabla 57. Modelos de semivariogramas anisotrópicos seleccionados mediante GS+ 10.0 para oxígeno disuelto

ESTACIÓN	RSS	PROPORTION (C/(Co+C))	COEFFICIENT	MODELO
VERANO	6.60E+01	0.814	0.952	Lineal
OTOÑO	2.210E+00	0.798	0.861	Gaussiano
INVIERNO	2.91E-01	0.964	0.955	Exponencial
PRIMAVERA	2.840E+00	0.803	0.952	Exponencial

Tabla 58. Modelos de IDW seleccionados mediante GS+ 10.0 y ArcGis para salinidad superficial y de 0-10 m

SALINIDAD SUPERFICIAL				
ESTACIÓN	COEFFICIENT		POWER	RMS
VERANO	0.983		3.2034	2.1578
OTOÑO	0.961		2.7694	2.71411
INVIERNO	0.982		3.7940	2.0117
PRIMAVERA	0.967		4.4658	1.6677
SALINIDAD 0-10 METROS				
ESTACIÓN	COEFFICIENT		POWER	RMS
VERANO	0.986		3.4386	1.2394
OTOÑO	0.960		4.0089	1.3827
INVIERNO	0.971		3.1909	1.1802
PRIMAVERA	0.973		3.7516	0.9828

Tabla 59. Modelos de semivariogramas anisotrópicos seleccionados mediante GS+ 10.0 para clorofila *a*

ESTACIÓN	RSS	PROPORTION (C/(Co+C))	COEFFICIENT	MODELO
VERANO	8.34E-01	0.912	1.005	Exponencial
OTOÑO	3.700E-01	0.974	0.798	Esférico
INVIERNO	2.56E-01	0.952	0.952	Exponencial
PRIMAVERA	5.420E-01	0.812	0.935	Exponencial

**ESTADÍSTICOS DE ERROR MODELOS INTERPOLACIÓN PARA VARIABLES
AMBIENTALES PMMR**

Tabla 60. Estadísticos de ajuste para los 4 modelos estacionales de semivariogramas ajustados mediante Geostatistical Wizard

	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA
Samples	86	88	88	88
Mean	-0.0230	-0.0211	0.0083	-0.0454
Root-Mean-Square	2.0508	1.3172	0.9020	1.1267
Mean Standardized	-0.0211	-0.0316	0.0028	-0.0308
Root-Mean-Square Standardized	0.9703	1.1931	0.9717	1.1558
Average Standard Error	2.0441	1.0831	0.9581	0.9232

Tabla 61. Estadísticos de ajuste para los 4 modelos estacionales de semivariogramas ajustados mediante Geostatistical Wizard

	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA
Samples	85	85	85	85
Mean	-0.0066	-0.0023	-0.0042	-0.0073
Root-Mean-Square	0.5155	0.2640	0.2462	0.5772
Mean Standardized	-0.0104	-0.0080	-0.0143	-0.0158
Root-Mean-Square Standardized	1.088	1.0872	1.0508	1.1468
Average Standard Error	0.4816	0.2352	0.2347	0.5008

Tabla 62. Estadísticos de ajuste para los 4 modelos estacionales de semivariogramas ajustados mediante Geostatistical Wizard

	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA
Samples	85	87	88	88
Mean	-0.0178	-0.0263	-0.0155	0.0228
Root-Mean-Square	0.6766	0.7965	0.7112	0.5462
Mean Standardized	-0.0077	-0.0192	-0.0090	0.0363
Root-Mean-Square Standardized	1.1028	1.0078	0.9204	0.9709
Average Standard Error	0.6273	0.7842	0.7829	0.5723

Tabla 63. Estadísticos de ajuste para los 4 modelos estacionales de semivariogramas ajustados mediante Geostatistical Wizard

	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA
Samples	86	88	88	88
Mean	0.0450	0.0192	0.0038	-0.0135
Root-Mean-Square	1.6819	0.7024	0.3440	0.7069
Mean Standardized	0.0261	0.0246	0.0062	-0.0126
Root-Mean-Square Standardized	1.0328	1.0952	0.9934	1.0400
Average Standard Error	1.5774	0.6326	0.3443	0.6620

Tabla 64. Estadísticos de ajuste para los 4 modelos estacionales de semivariogramas ajustados mediante Geostatistical Wizard

	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA
Samples	73	84	84	84
Mean	-0.0301	-0.0638	-0.0368	-0.0548
Root-Mean-Square	1.2576	1.6032	0.8944	2.5022
Mean Standardized	-0.0582	-0.1941	-0.0929	-0.1258
Root-Mean-Square Standardized	0.8847	1.5694	1.2260	1.3039
Average Standard Error	1.5426	1.1899	0.8663	2.2242

MAPAS DE PREDICCIÓN Y ERROR ESTÁNDAR PARA VARIABLES AMBIENTALES PMMR

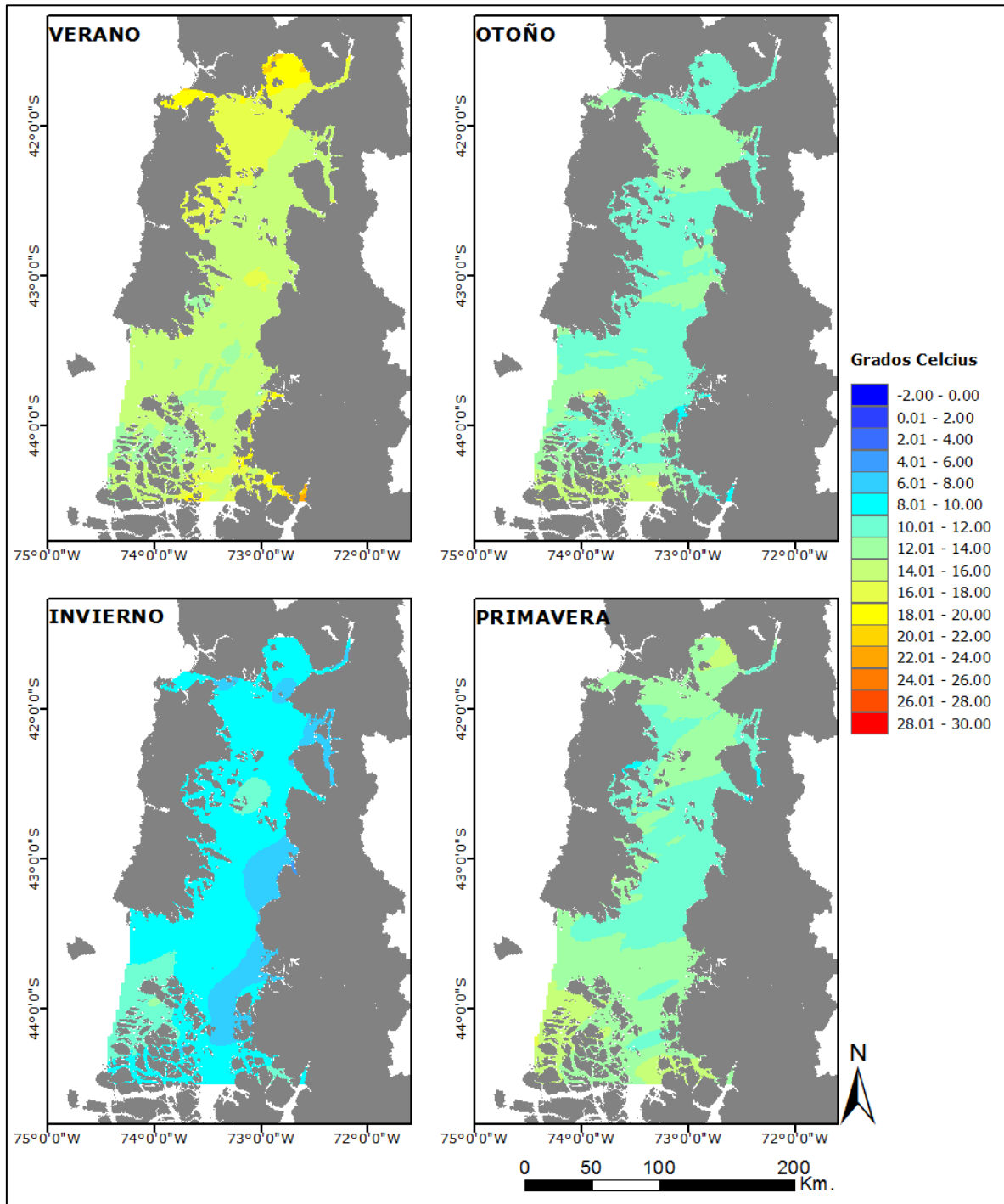


Figura 167. Mapas de predicción estacional temperatura ambiente (°C), año 2013.

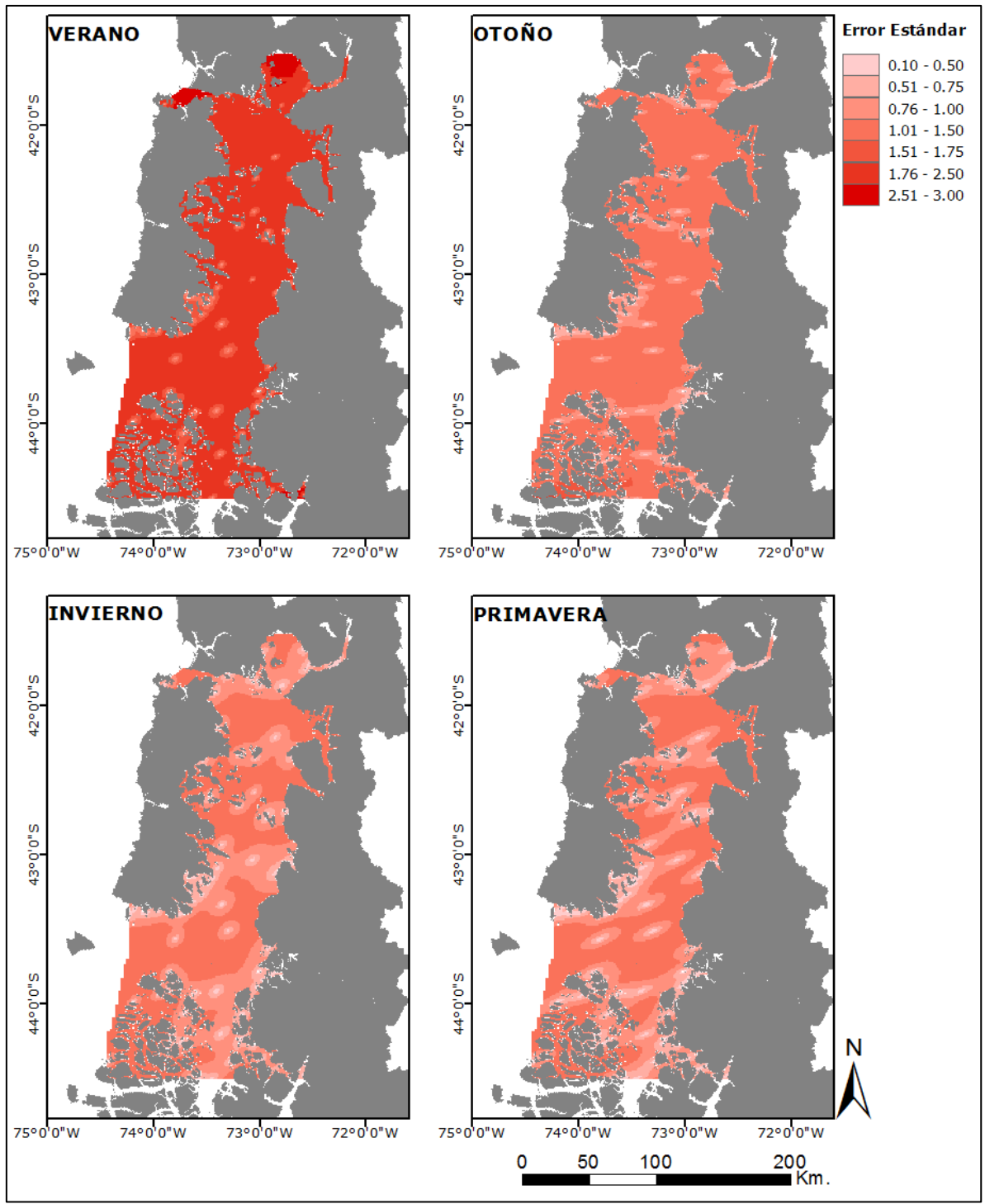


Figura 168. Mapas de predicción estacional de error estándar temperatura ambiente (°C), año 2013.

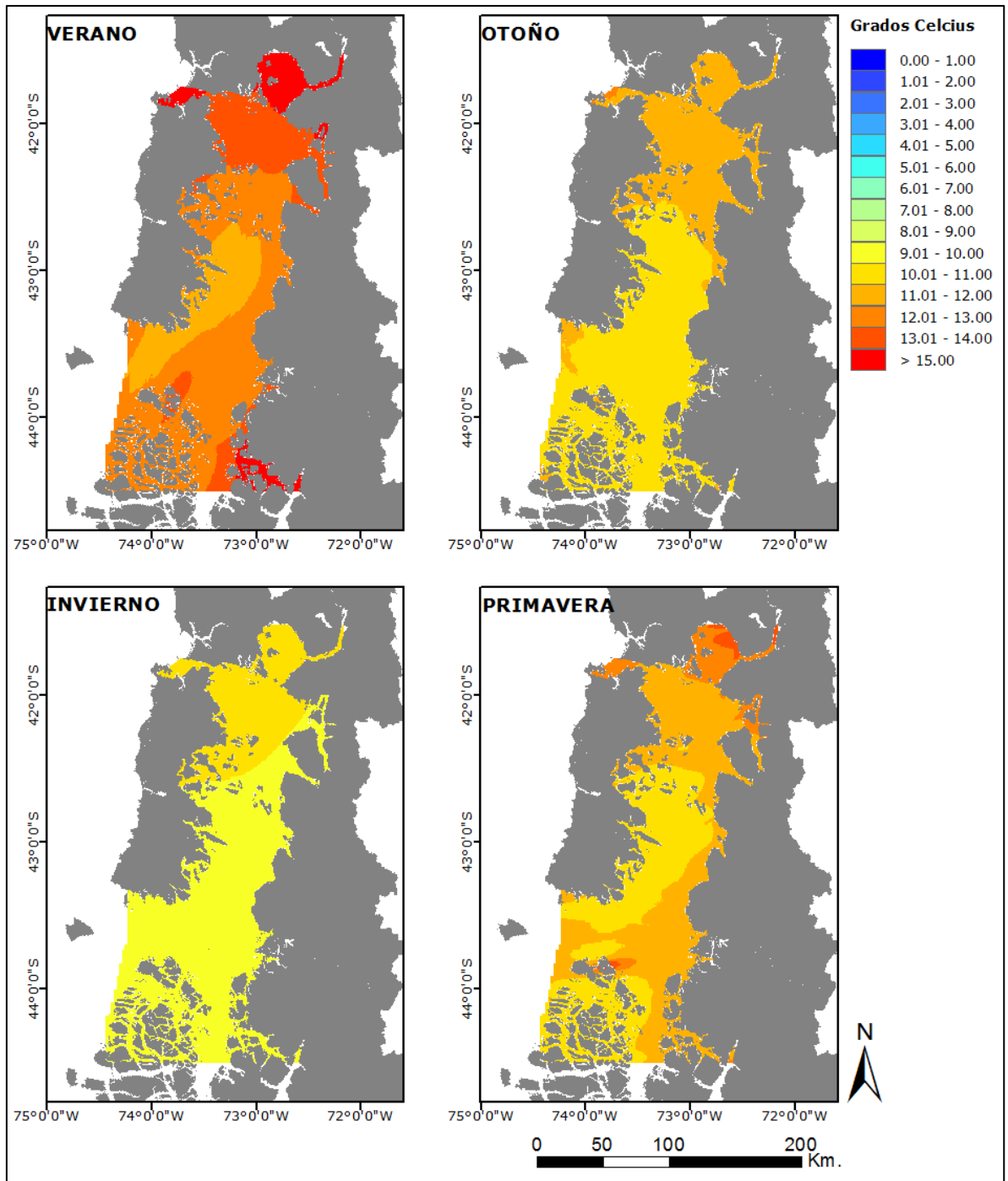


Figura 169. Mapas de predicción estacional de temperatura del mar (°C), año 2013.

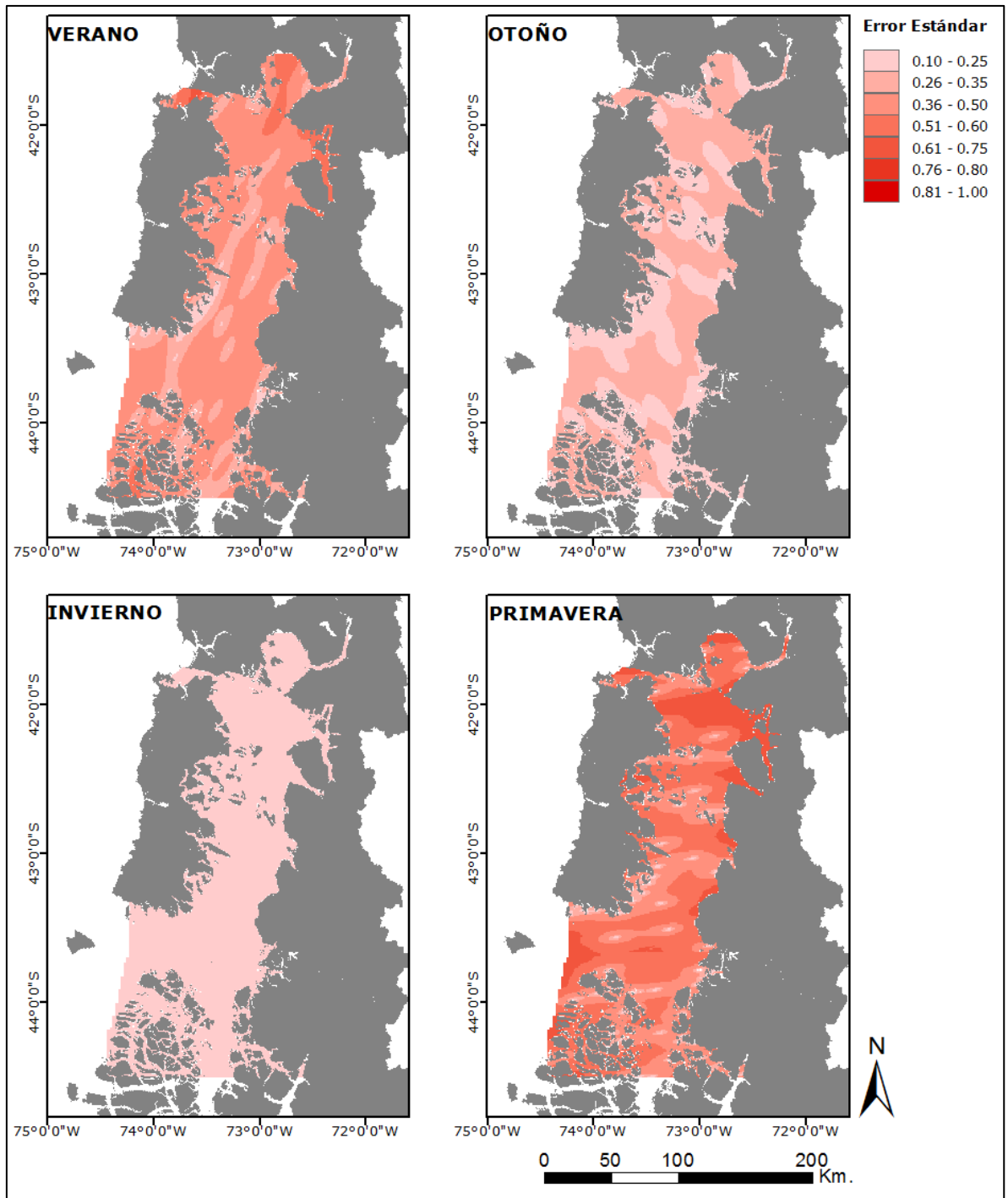


Figura 170. Mapas de predicción de error estándar temperatura del mar (°C), año 2013.

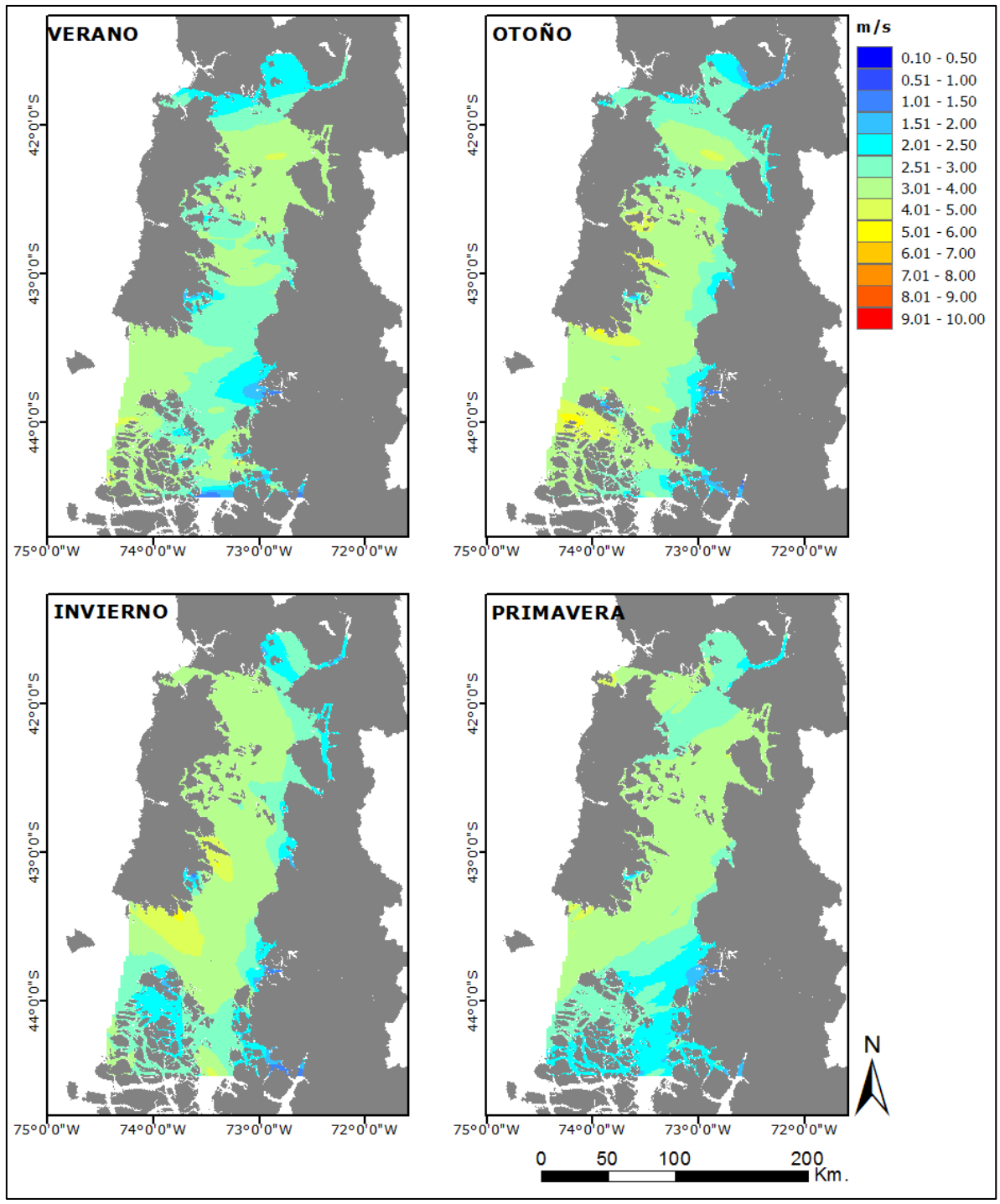


Figura 171. Mapas de predicción estacional velocidad del viento (m/s), año 2013.

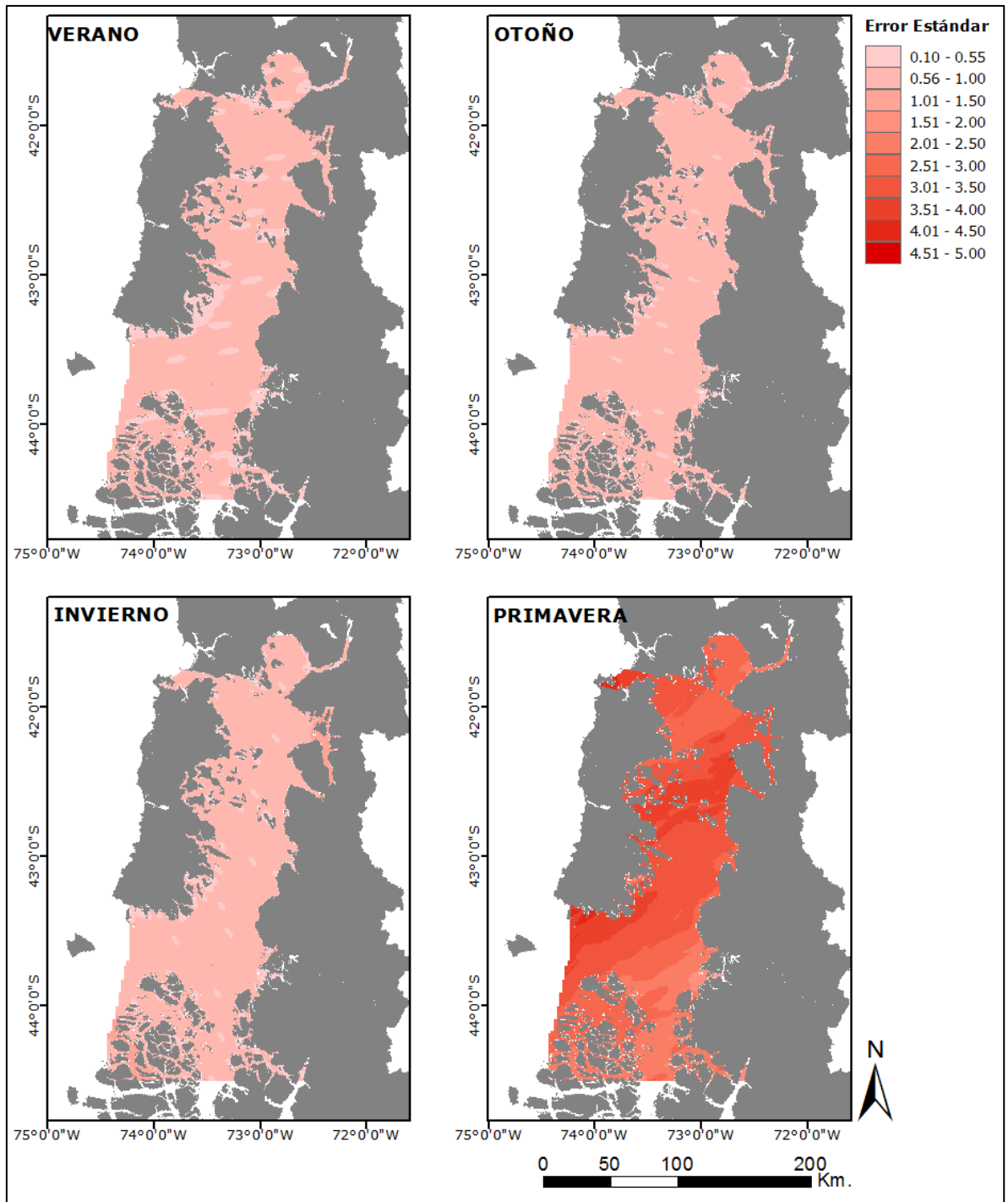


Figura 172. Mapas de predicción de error estándar velocidad del viento (m/s), año 2013.

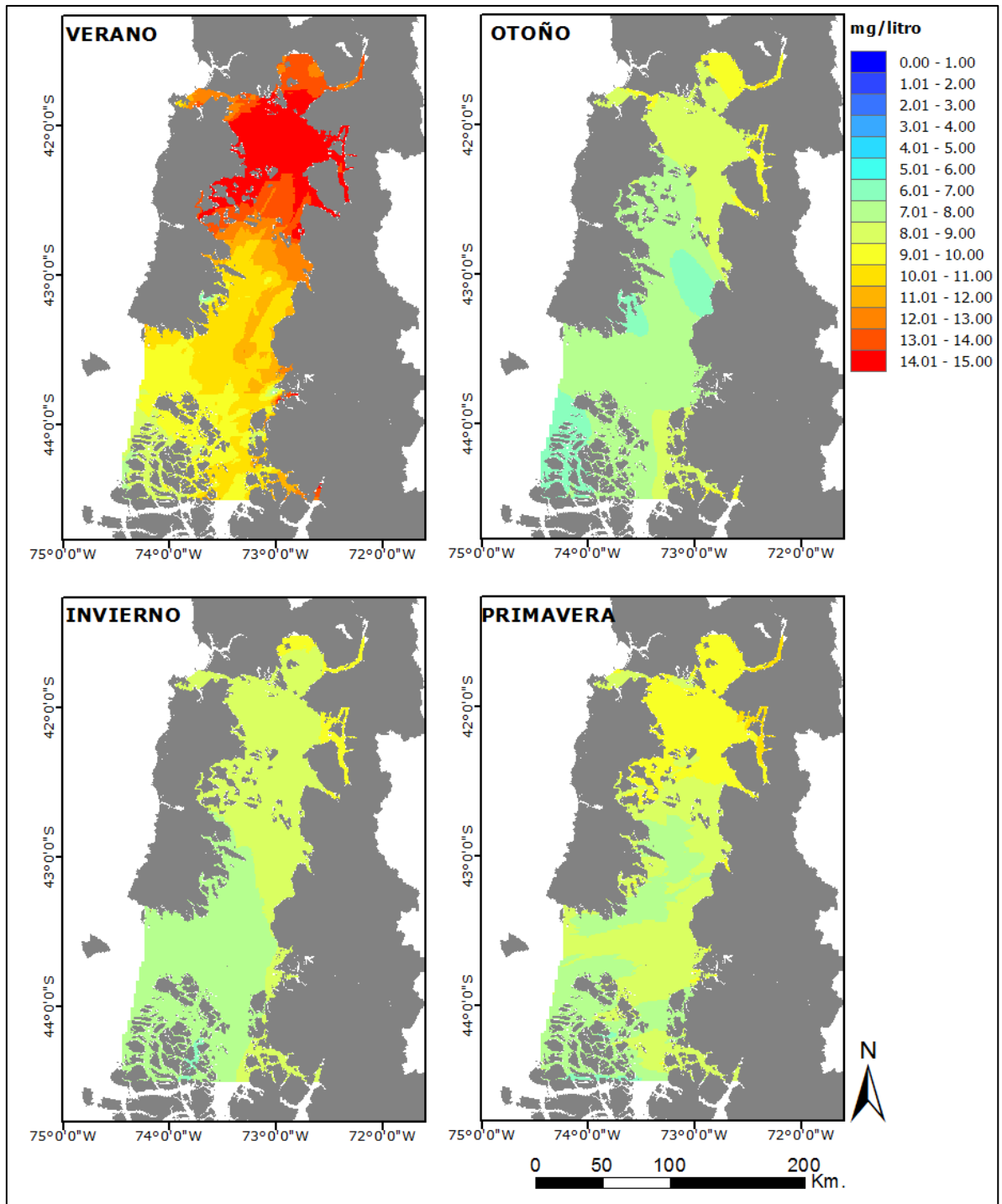


Figura 173. Mapas de predicción estacional oxígeno disuelto (mg/litro), año 2013.

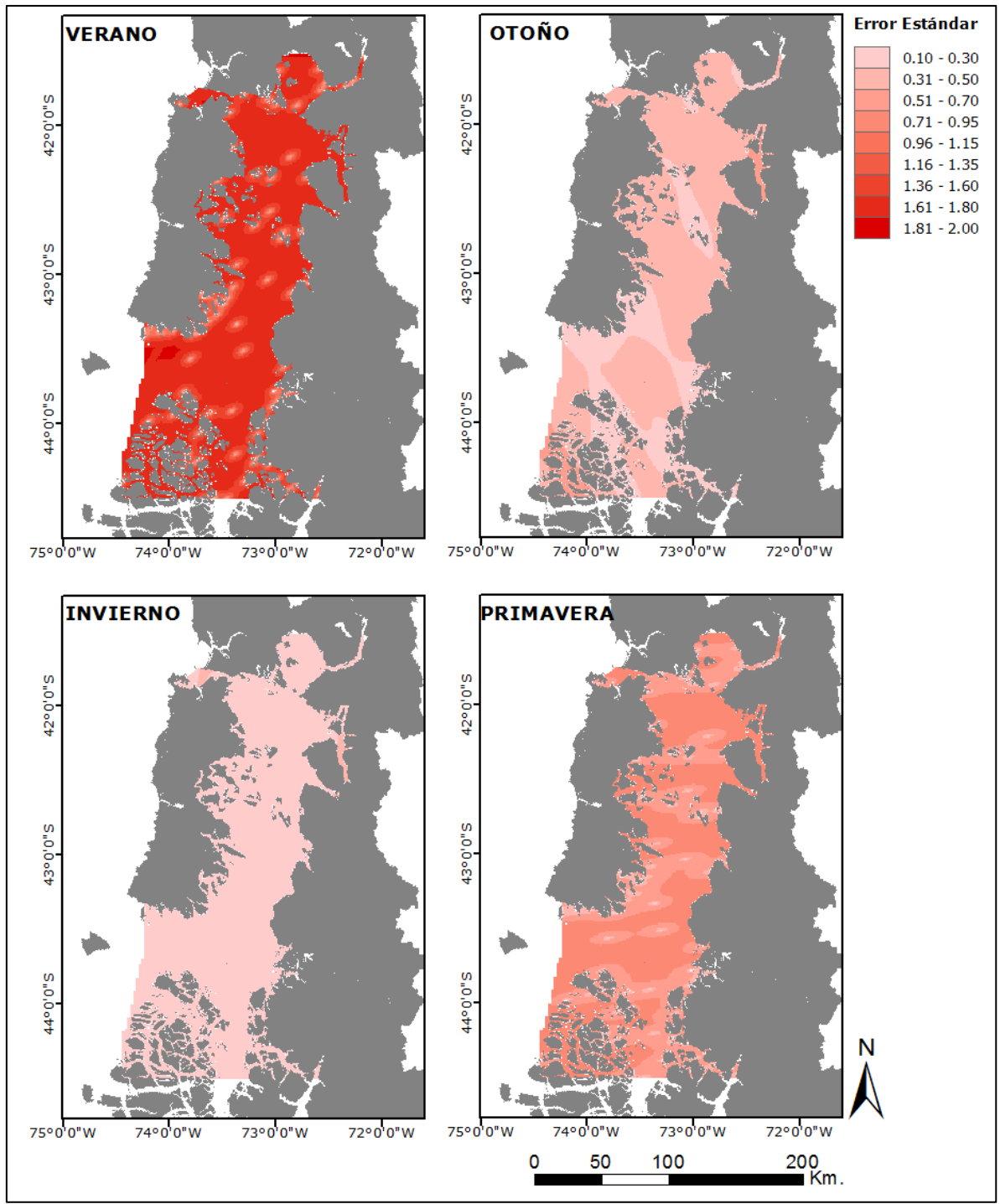


Figura 174. Mapas de predicción de error estándar oxígeno disuelto (mg/litro), año 2013.

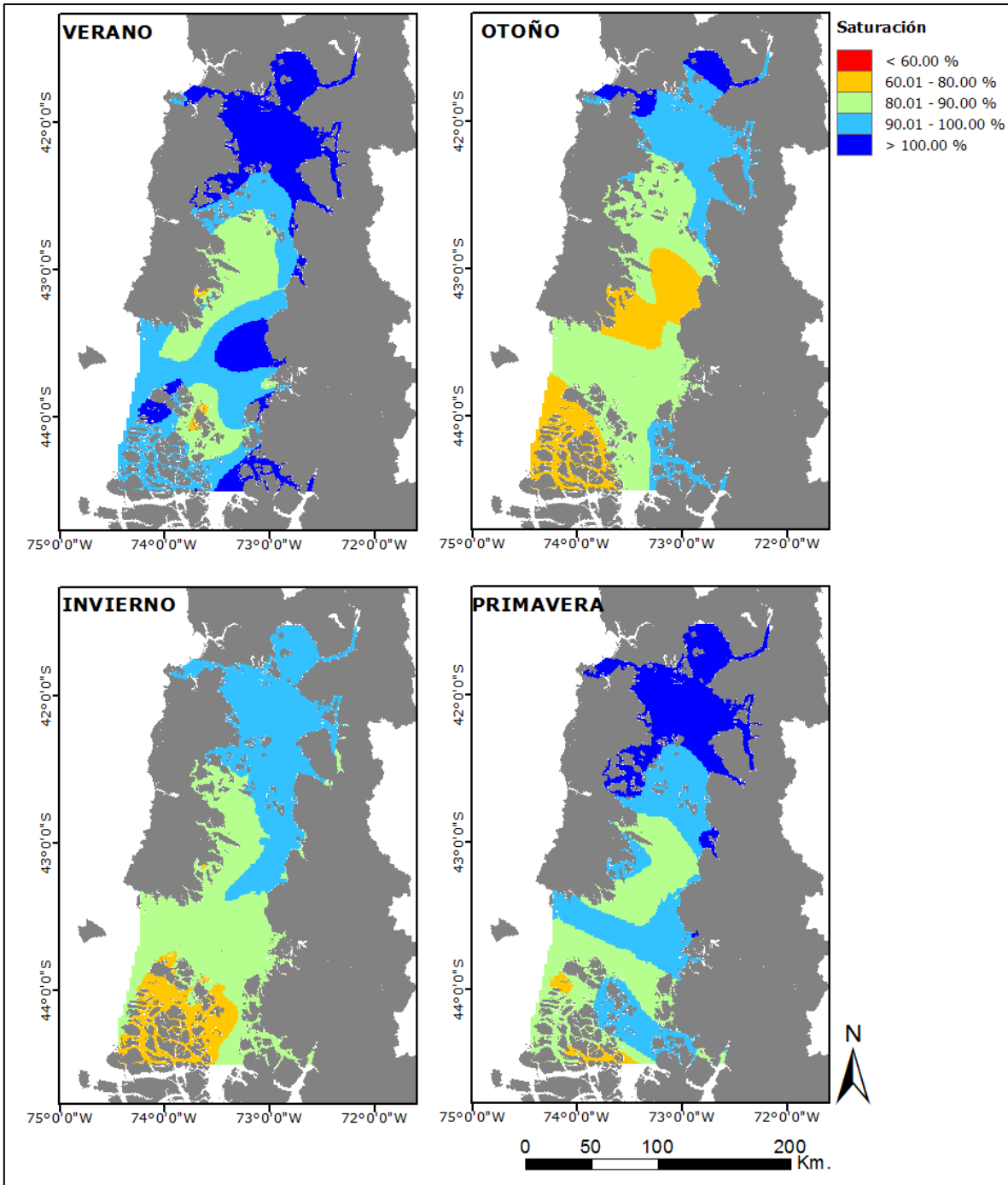


Figura 175. Nivel de saturación estacional de oxígeno disuelto (en porcentaje), año 2013.

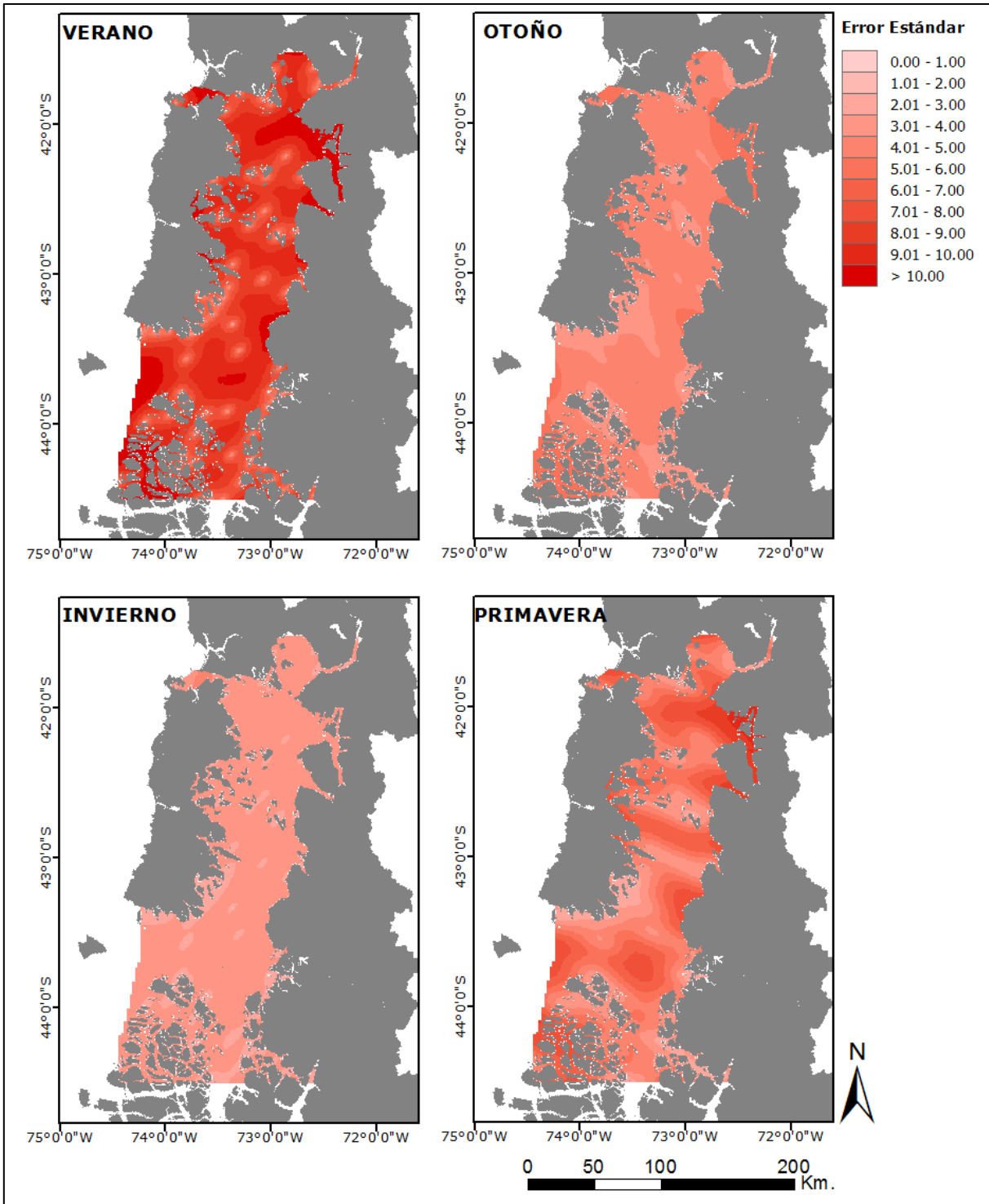


Figura 176. Error estándar asociado a la predicción de los valores de saturación de oxígeno disuelto, año 2013.

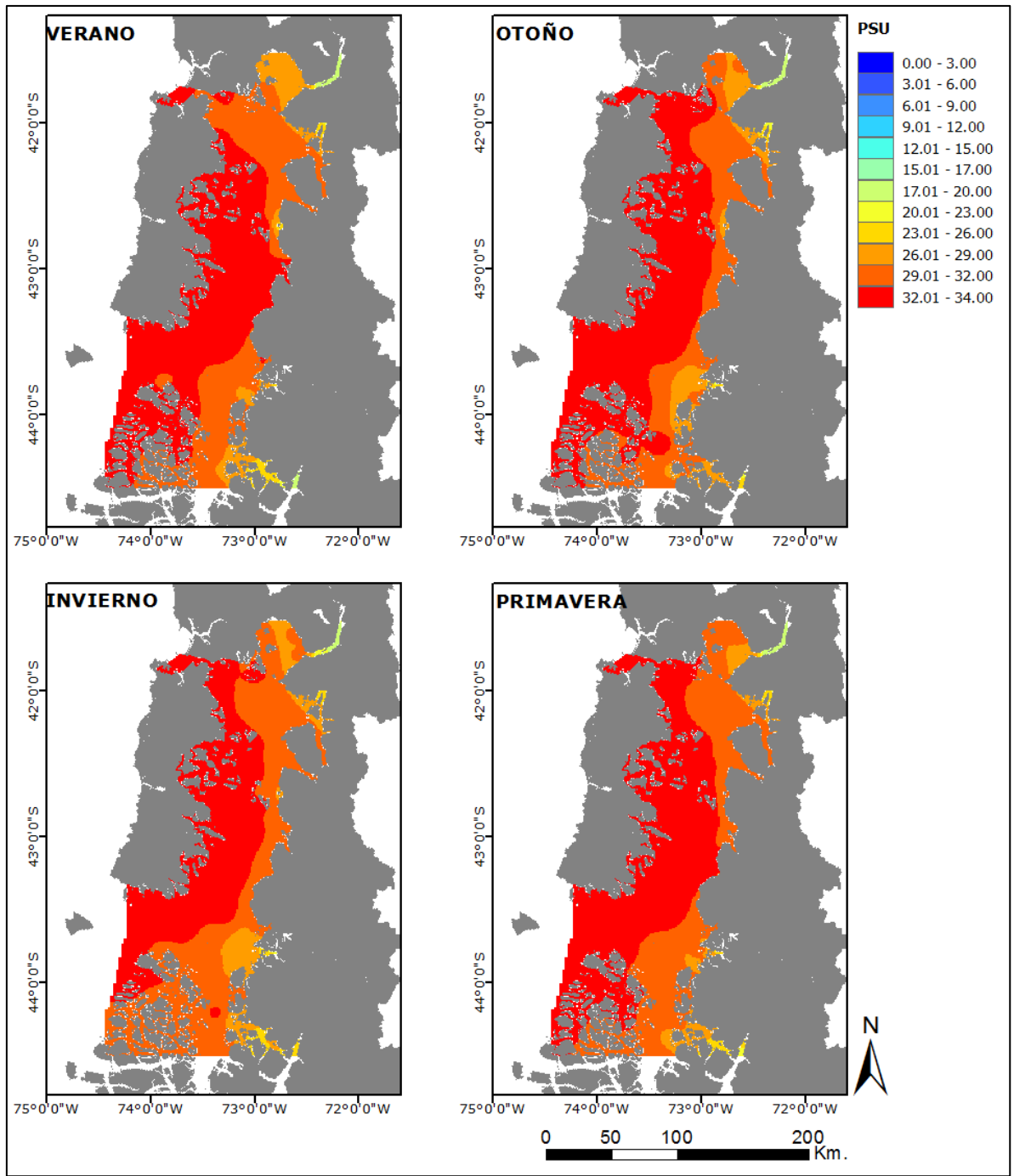


Figura 177. Mapas de predicción estacional salinidad 0-10 m (psu), año 2013.

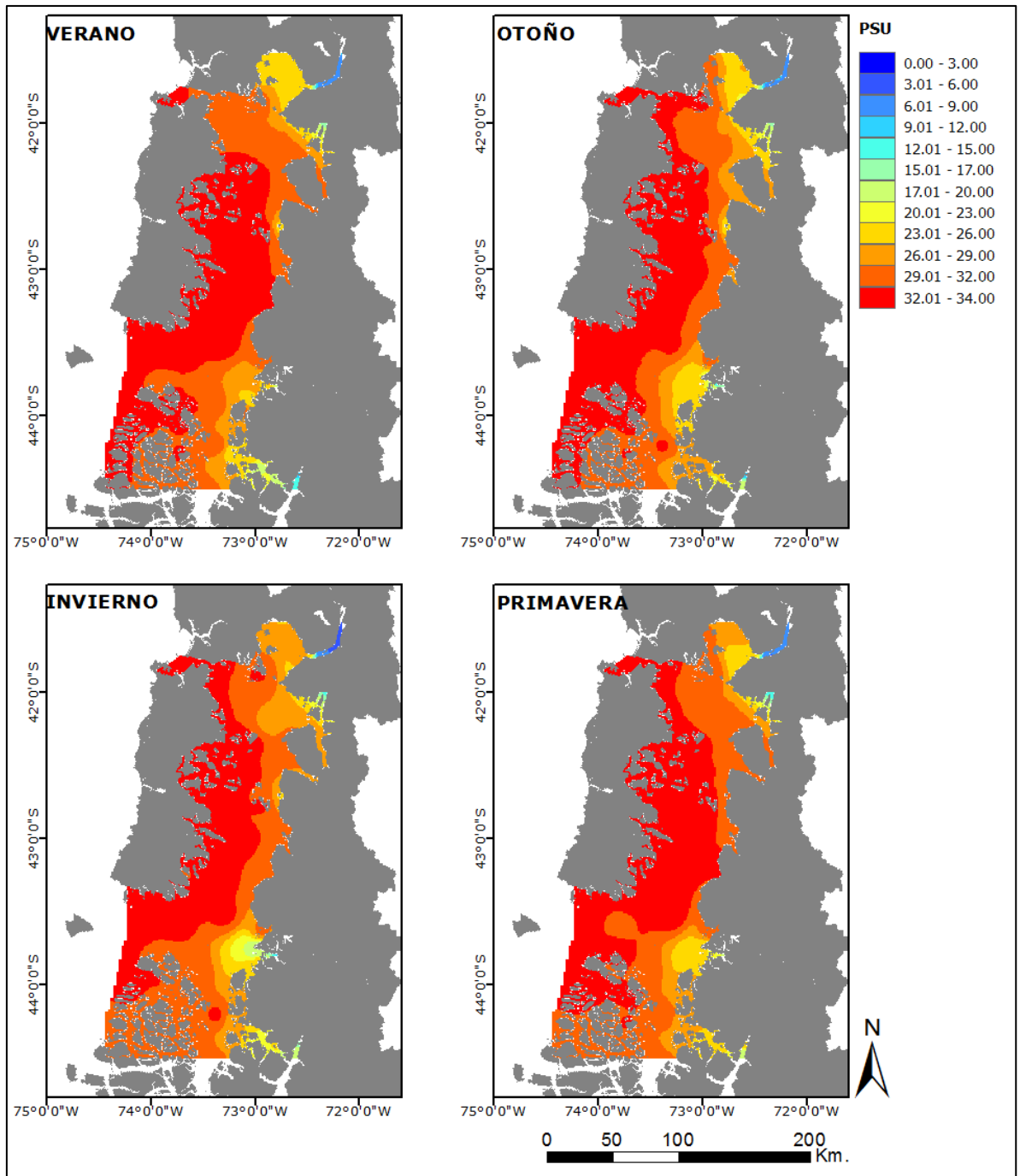


Figura 178. Mapas de predicción salinidad superficial (psu), año 2013.

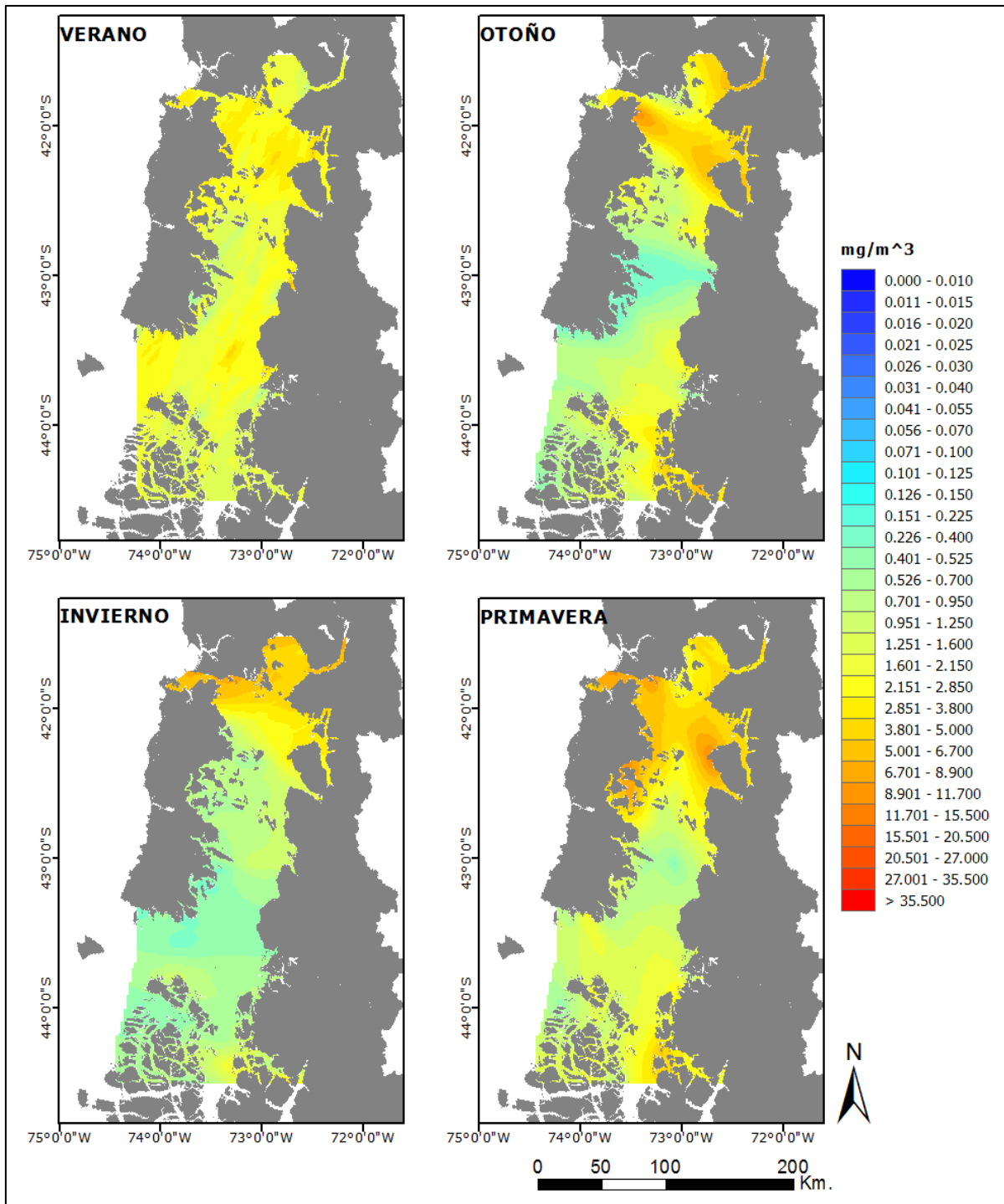


Figura 179. Mapas de predicción estacional clorofila *a* (mg/m³), año 2013.

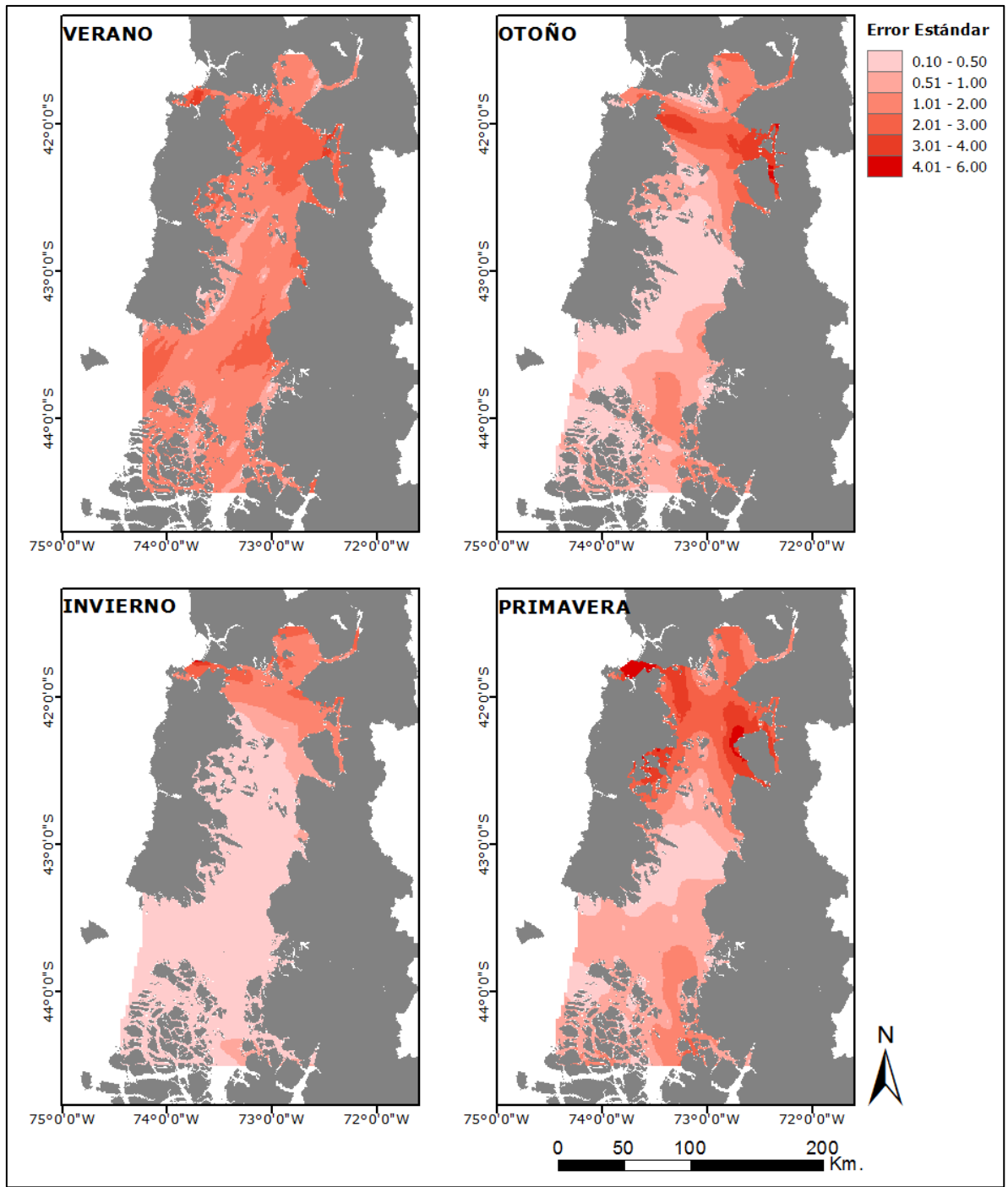
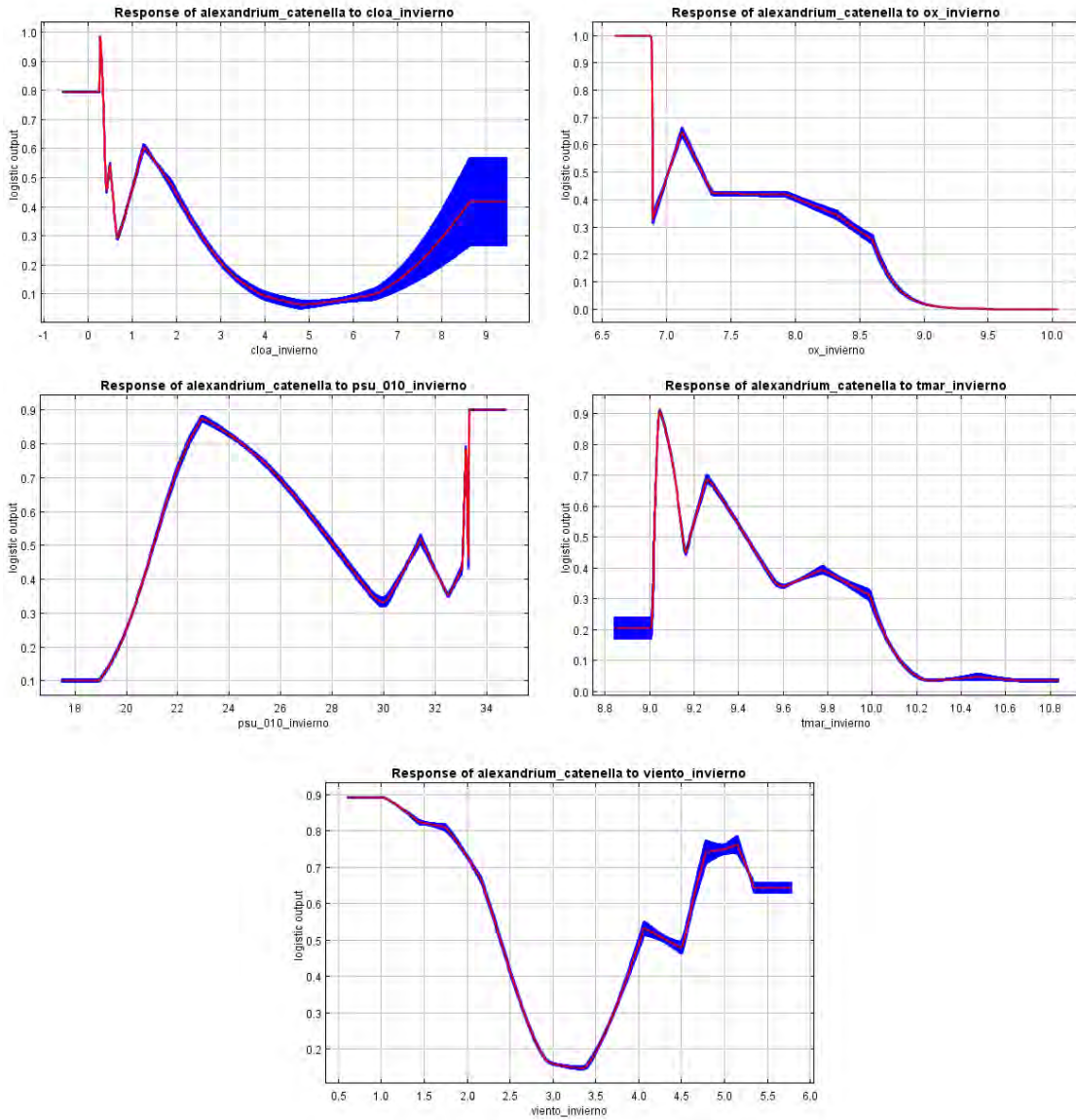


Figura 180. Mapas de predicción de error estándar clorofila *a* (mg/m³), año 2013.

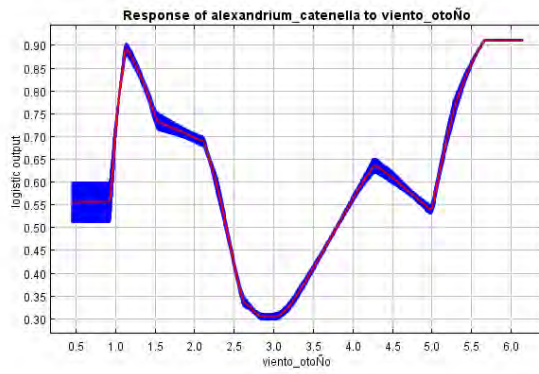
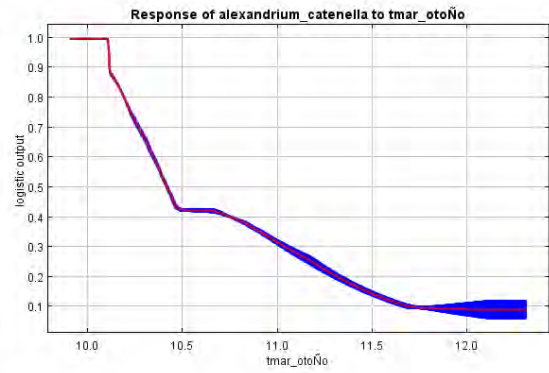
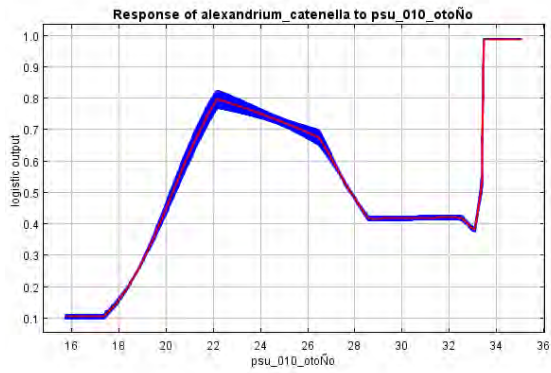
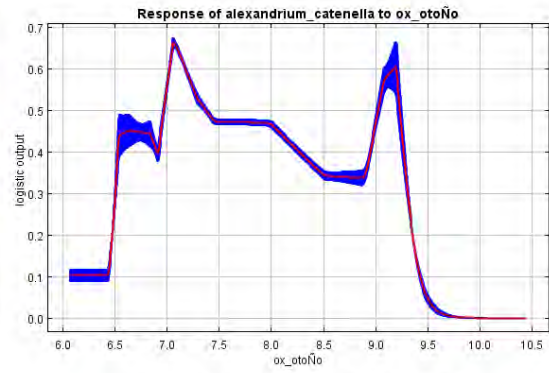
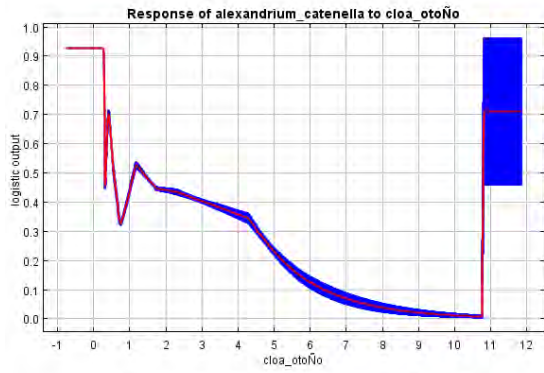
CURVAS DE RESPUESTA DE MODELOS ESTACIONALES

Curvas de respuesta de modelos estacionales para Alexandrium catenella, obtenidos mediante MaxEnt con datos del PMMR año 2013

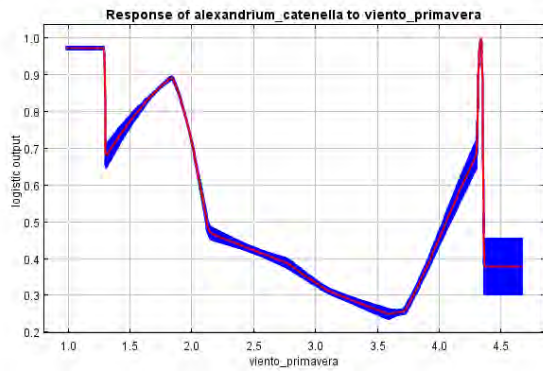
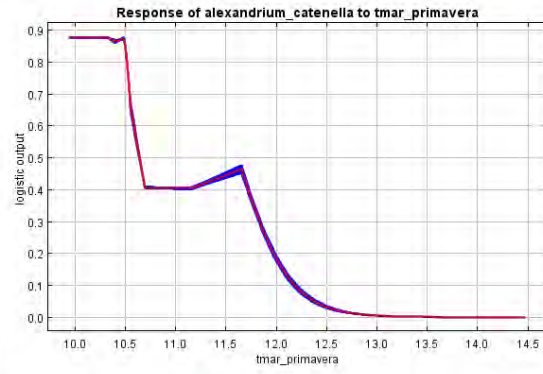
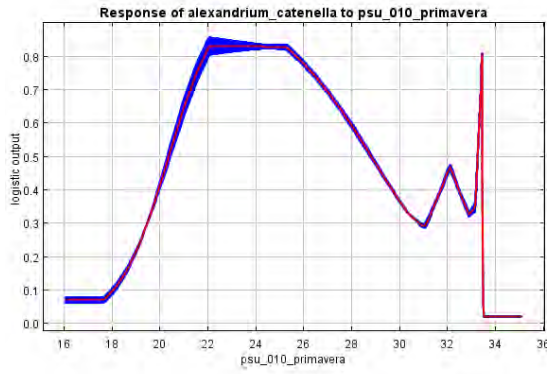
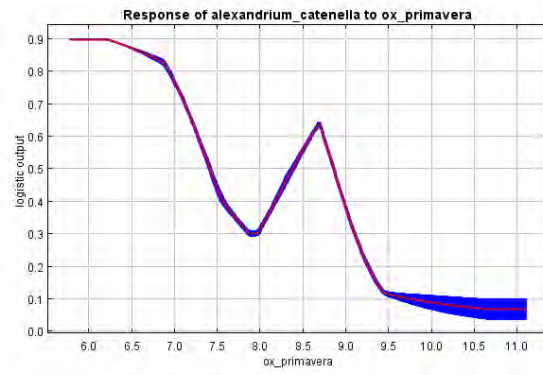
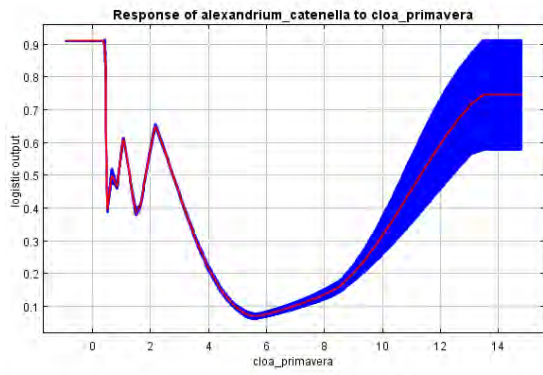
Invierno



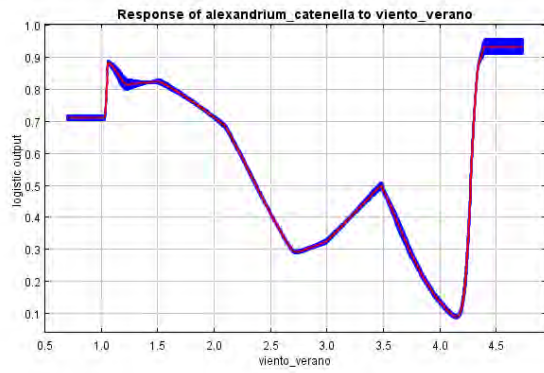
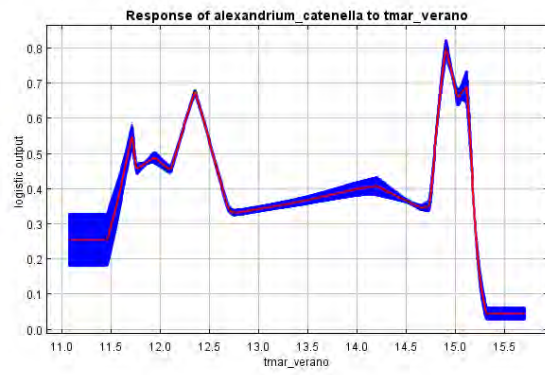
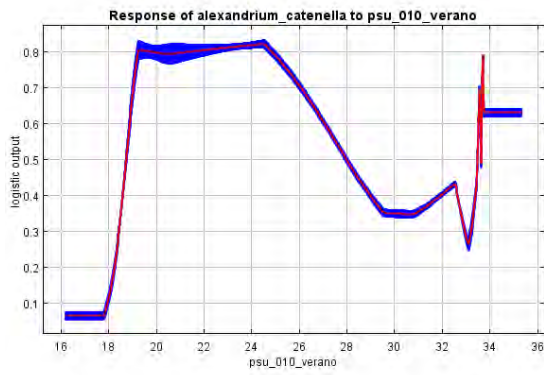
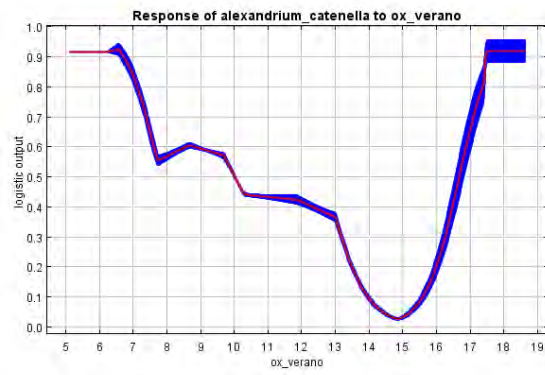
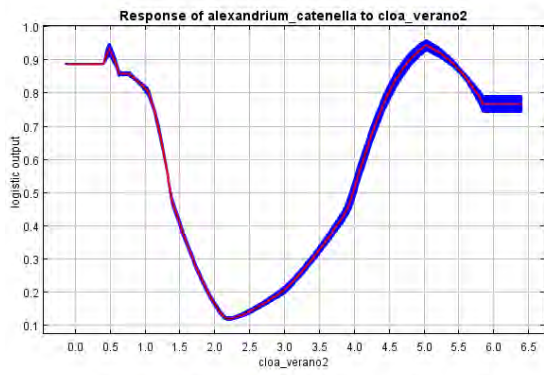
Otoño



Primavera

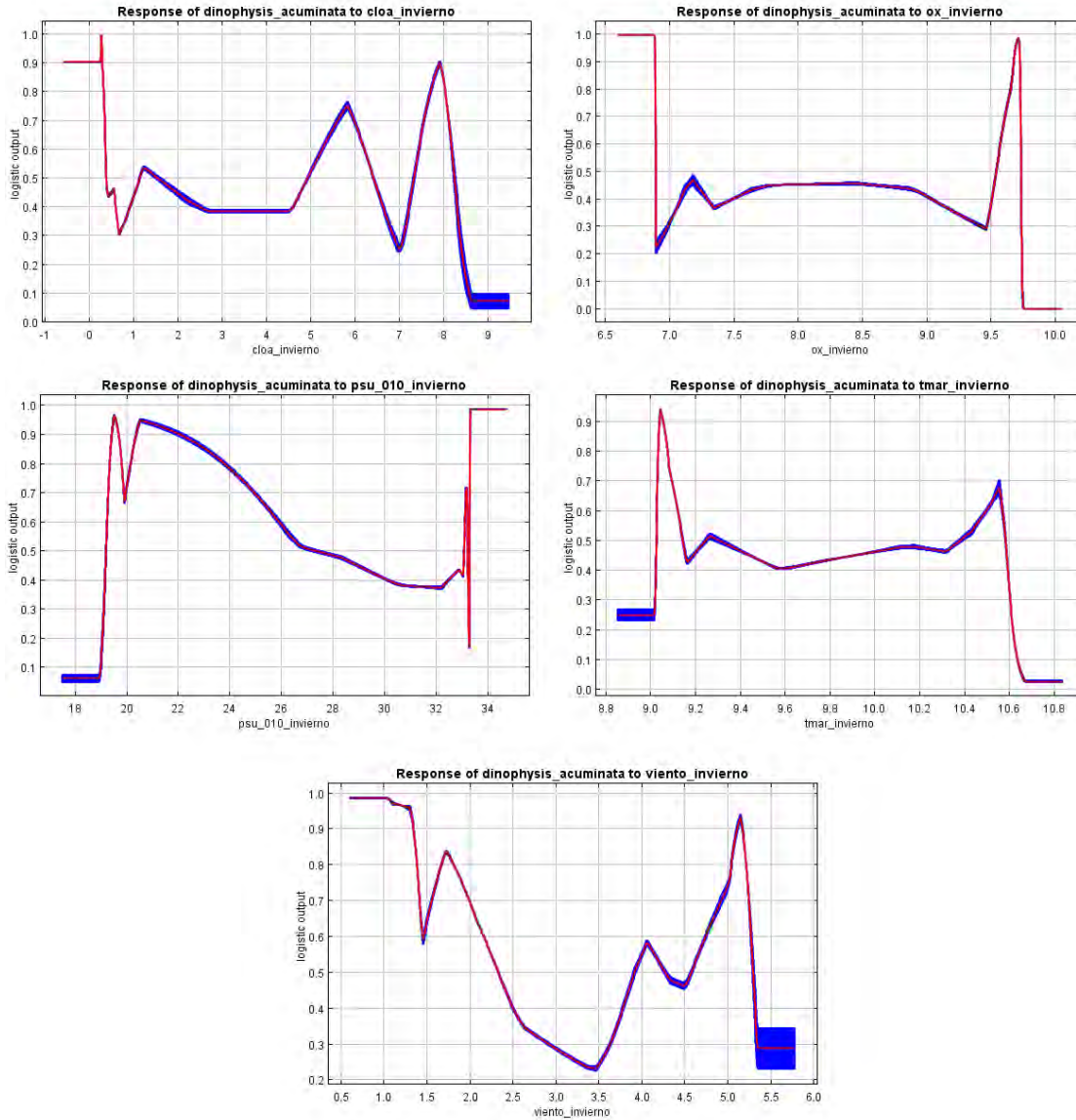


Verano

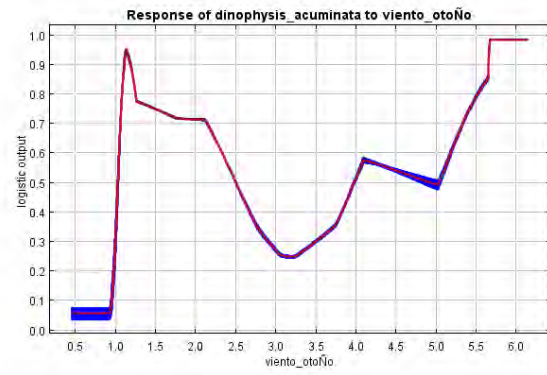
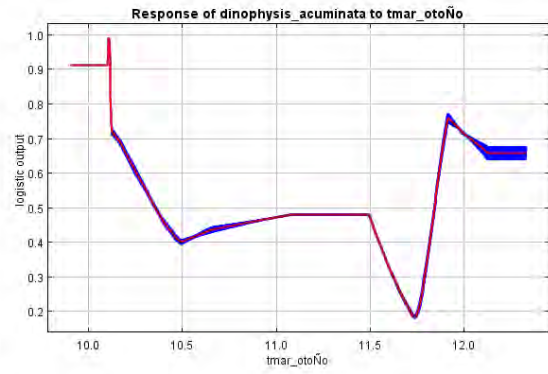
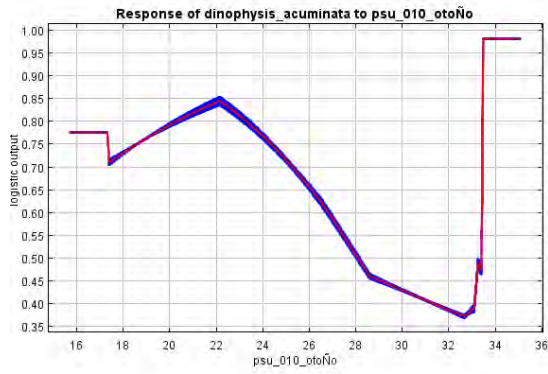
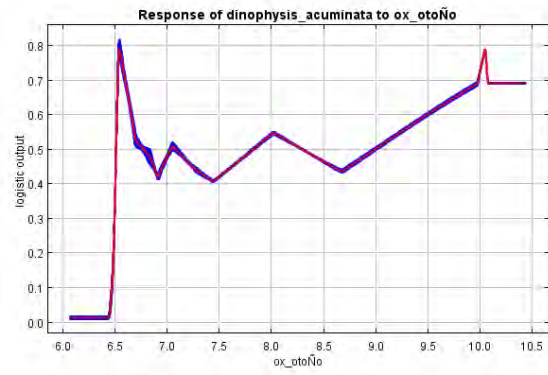
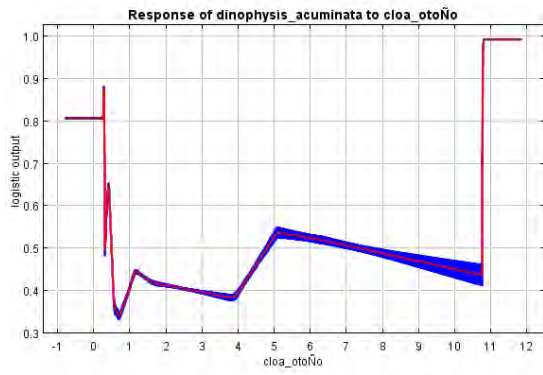


Curvas de respuesta de modelos estacionales para Dinophysis acuminata, obtenidos mediante MaxEnt con datos del PMMR año 2013

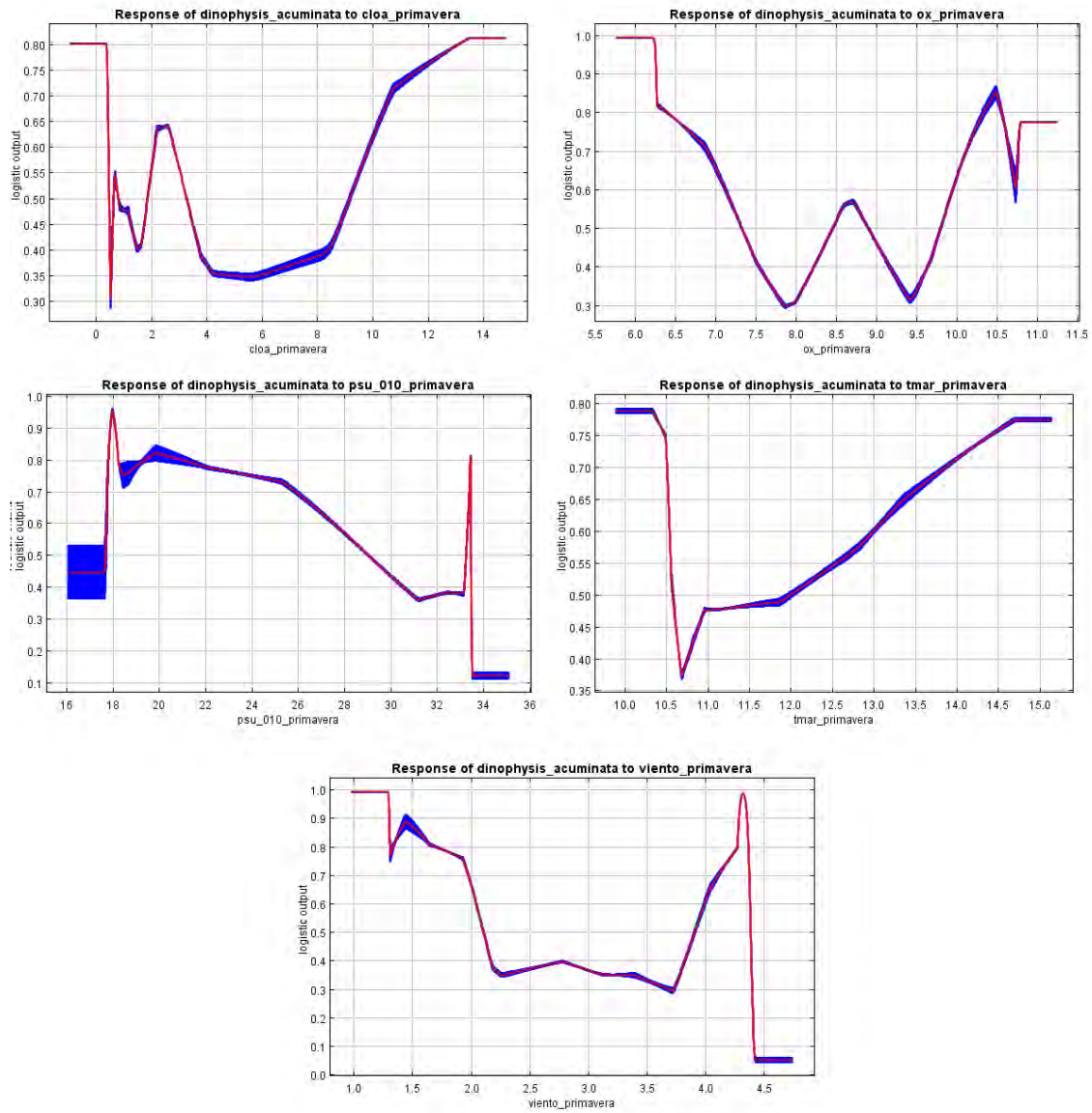
Invierno



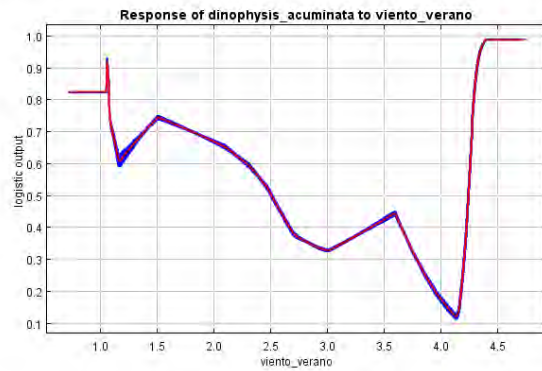
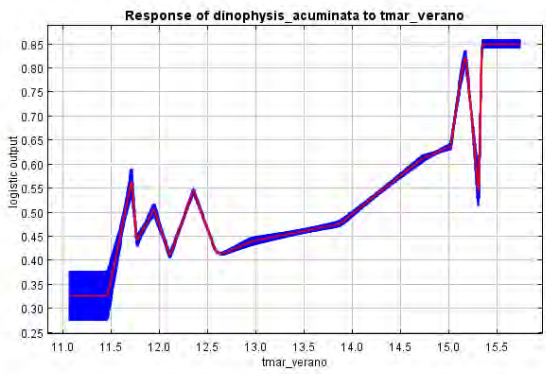
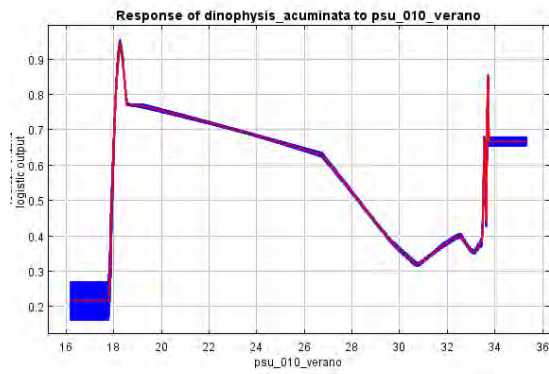
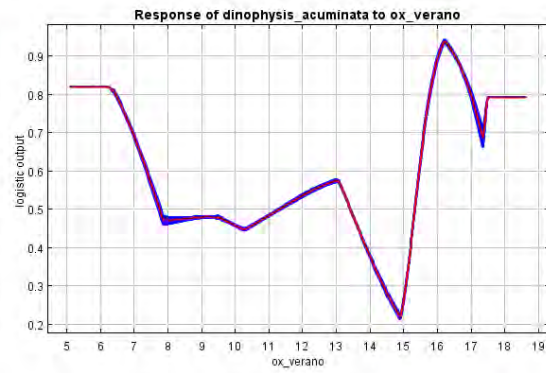
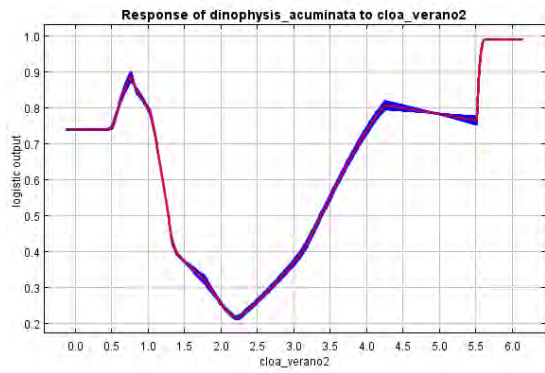
Otoño



Primavera

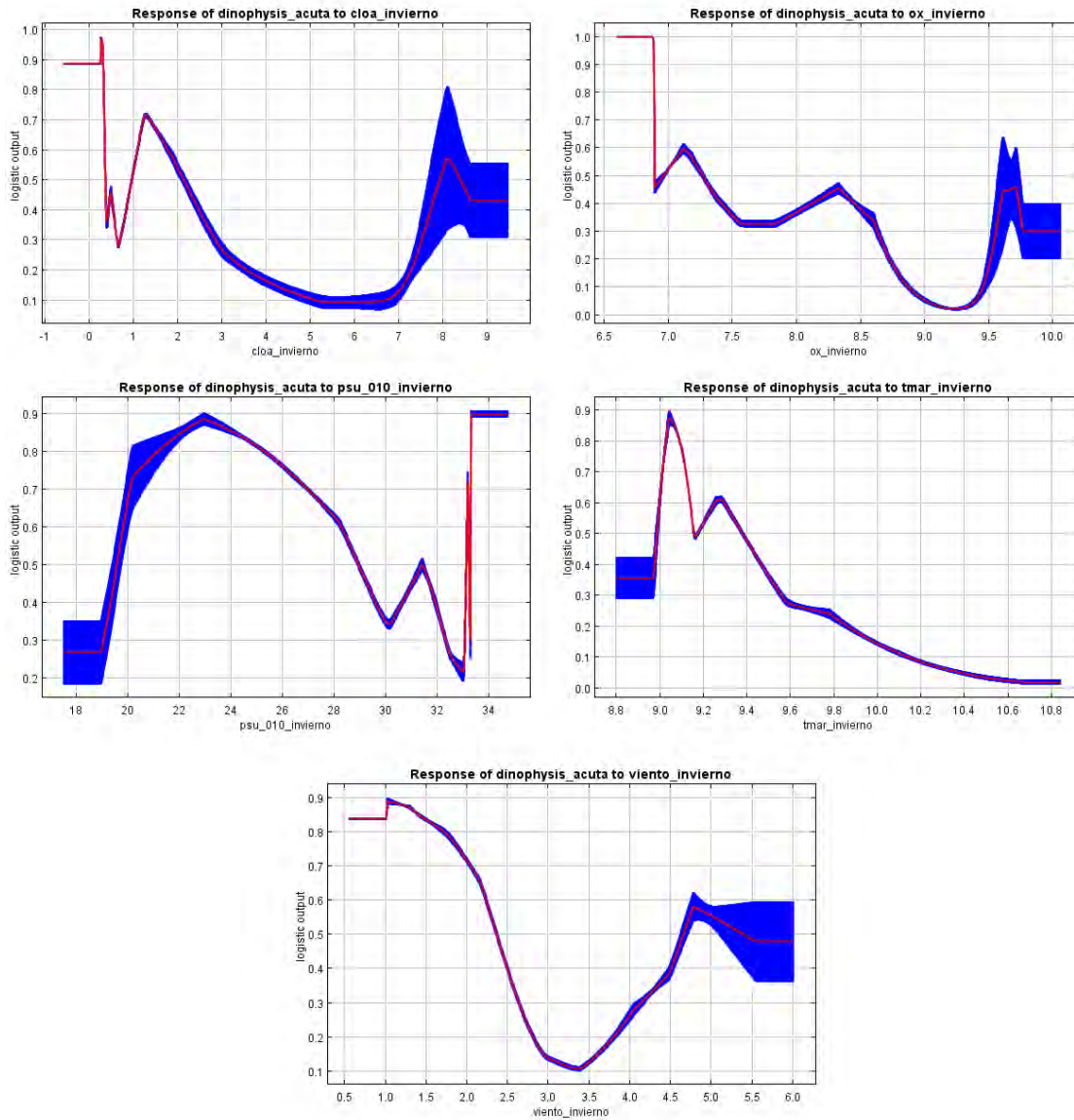


Verano

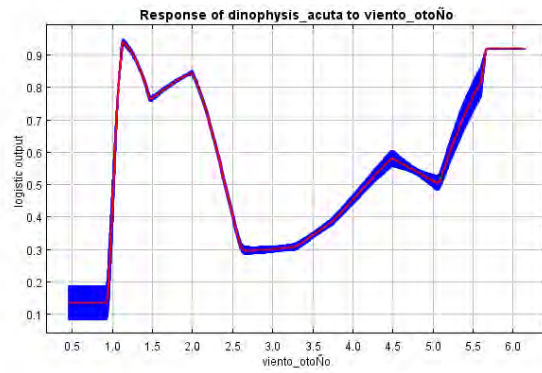
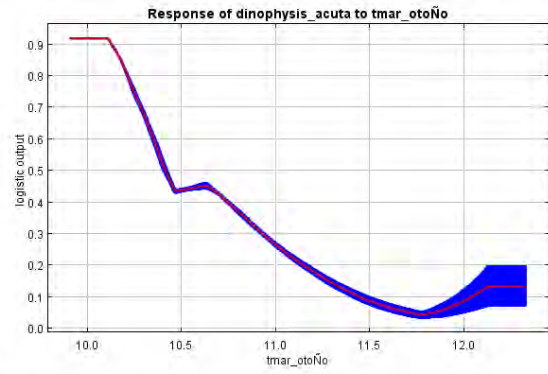
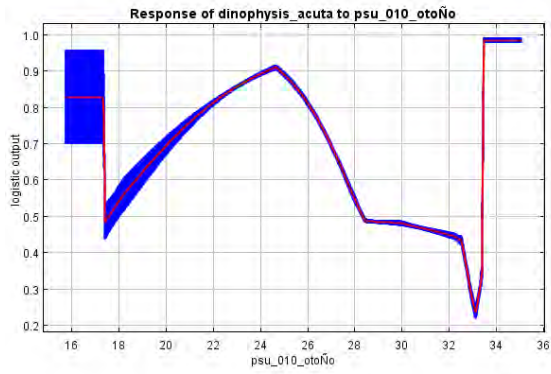
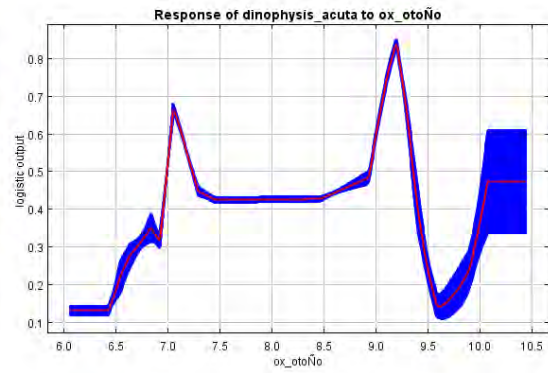
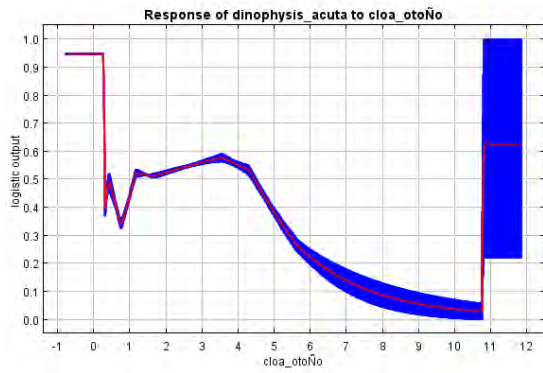


Curvas de respuesta de modelos estacionales para Dinophysis acuta, obtenidos mediante MaxEnt con datos del PMMR año 2013

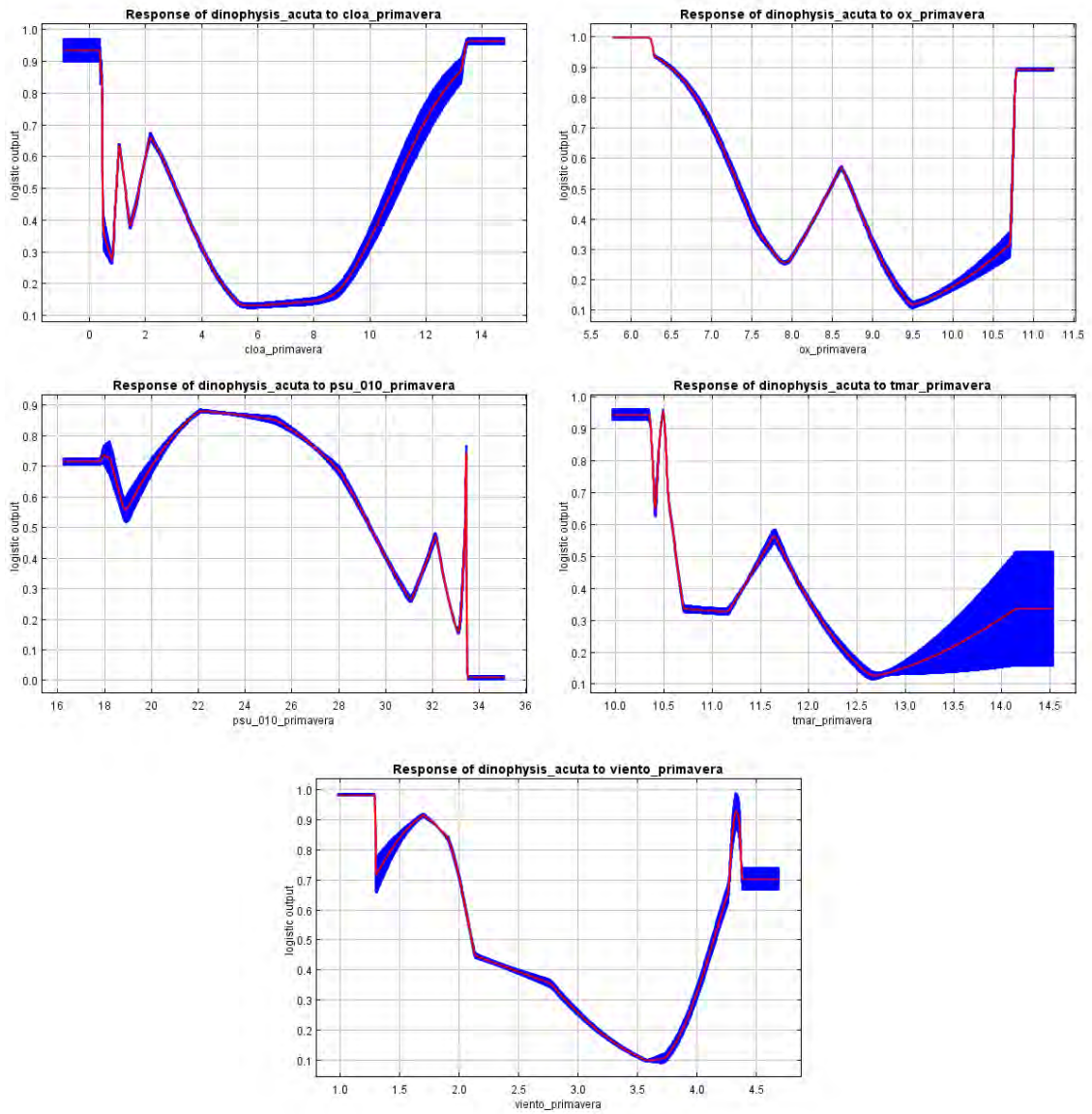
Invierno



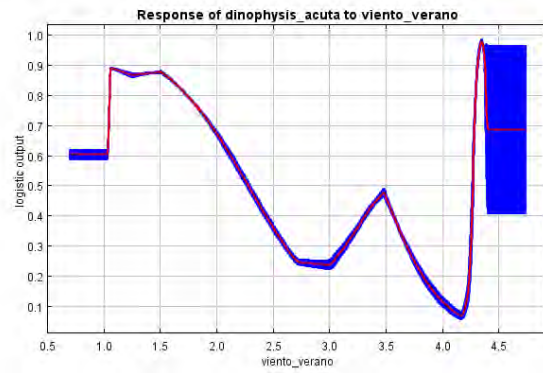
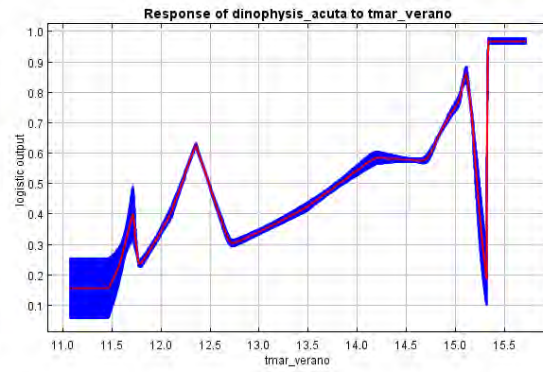
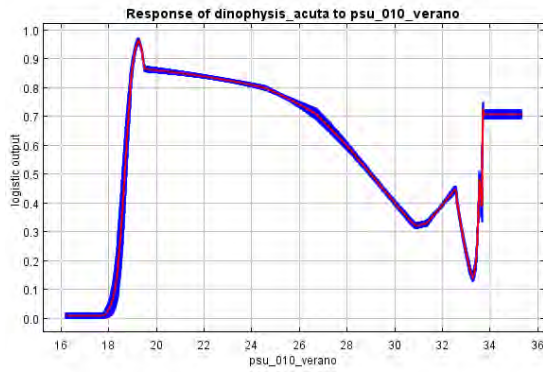
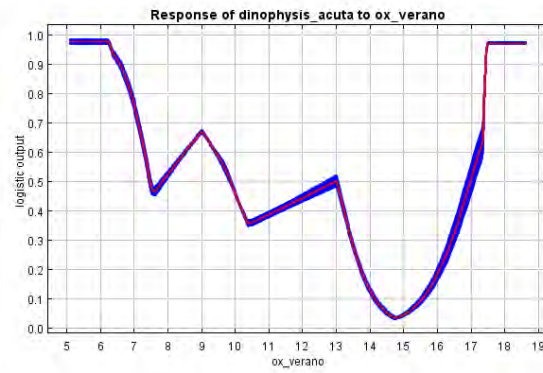
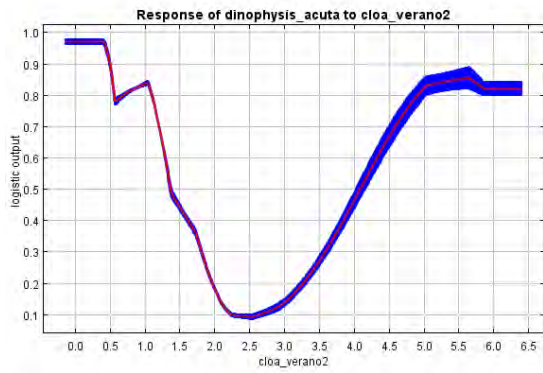
Otoño



Primavera



Verano



ANEXO 3 OBJETIVO ESPECÍFICO N°2

DIAGNÓSTICO DE LA INFORMACIÓN DE LOS INFORMES FINALES CATASTRO DE ESPECIES NOCIVAS VIII REGIÓN (ASIPA 2015)

En la primera reunión de coordinación (Anexo 1, [Acta Reunión 1](#)) SUBPESCA solicitó incorporar en este proyecto a la VIII Región, petición a la que este equipo de trabajo accedió a realizar. (Anexo 1, [Acta Reunión 3](#)). A continuación se presenta el diagnóstico de la información de los informes finales de especies nocivas para esta Región .

A partir de los datos registrados por el informe final “Catastro de Especies Nocivas ASIPA 2015”, se procedió a estandarizar las tablas y así llevarlas al formato establecido por este Proyecto compatibles con el SIG.

Este informe incorpora las mediciones de ocho variables registradas durante enero 2015 y enero 2016, en las bahías de Coliumo, Colcura, Llico y Tubul en la VIII región del Biobío. Estas variables corresponden a:

- Abundancia relativa
- Abundancia de quistes
- Fitoplancton cualitativo
- Fitoplancton cuantitativo
- Oxígeno disuelto
- Temperatura del mar
- Salinidad
- Toxinas (VAM, VDM, VPM)

La red de estaciones de muestreo de agua y variables oceanográficas corresponden a 18. De estas, 8 incorporan un sensor electrónico (CTD) para las mediciones de temperatura (C°), oxígeno disuelto (ml/L) y salinidad (PSU). La distribución espacial de las estaciones se muestra en la Figura 181.

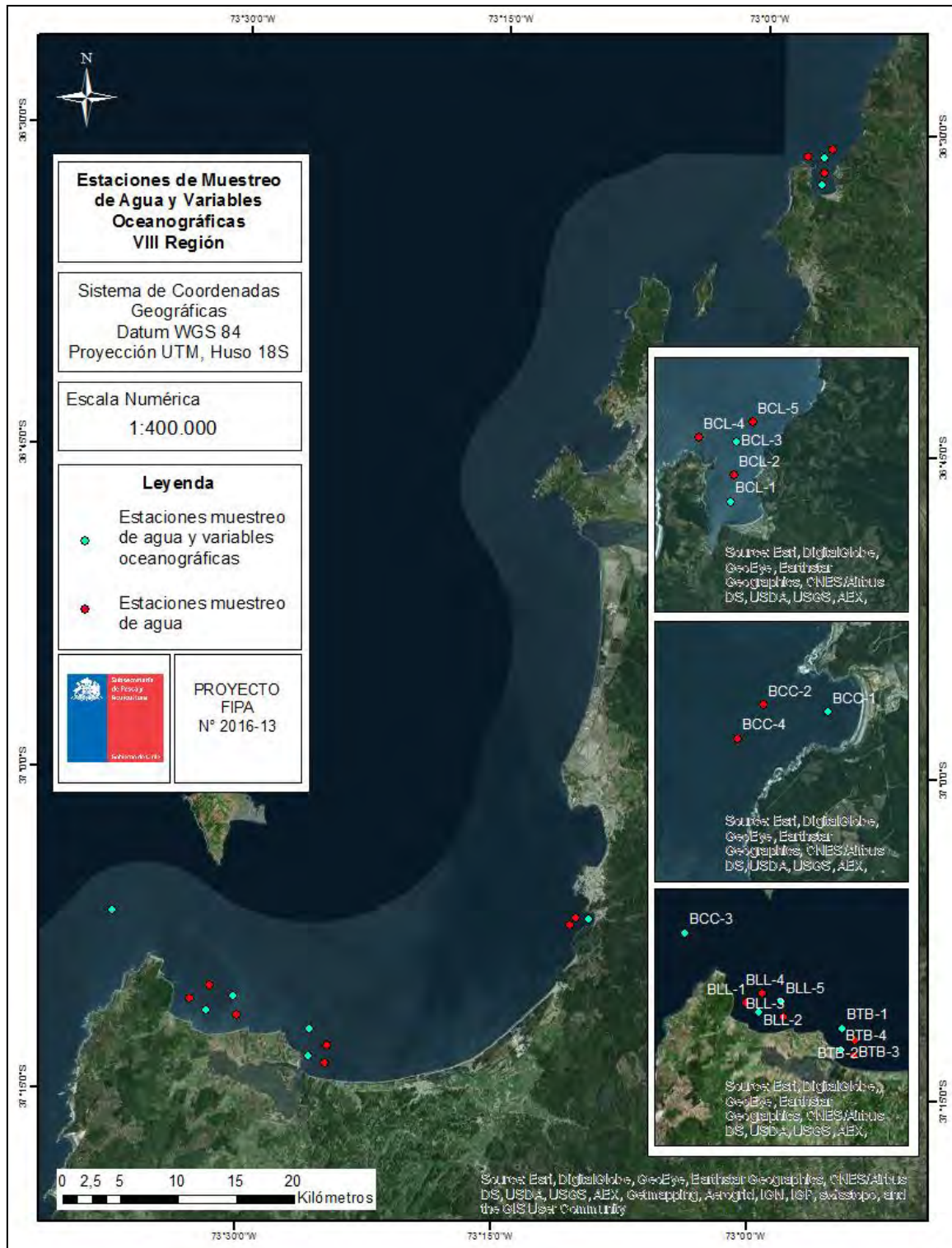


Figura 181. Estaciones de Muestreo de Agua y Variables Oceanográficas, VIII región del Biobío.

Fuente: Elaboración propia en base a Informe Final - Catastro de especies nocivas en bahías selectas de la Región del Biobío. I Etapa 2015-16, 2017.

Todas las estaciones de muestreo miden abundancia relativa (Figura 182), 8 oxígeno disuelto, salinidad superficial y temperatura del mar (Figura 183), y 4 Toxinas VAM, VPM y VDM (Figura 184).

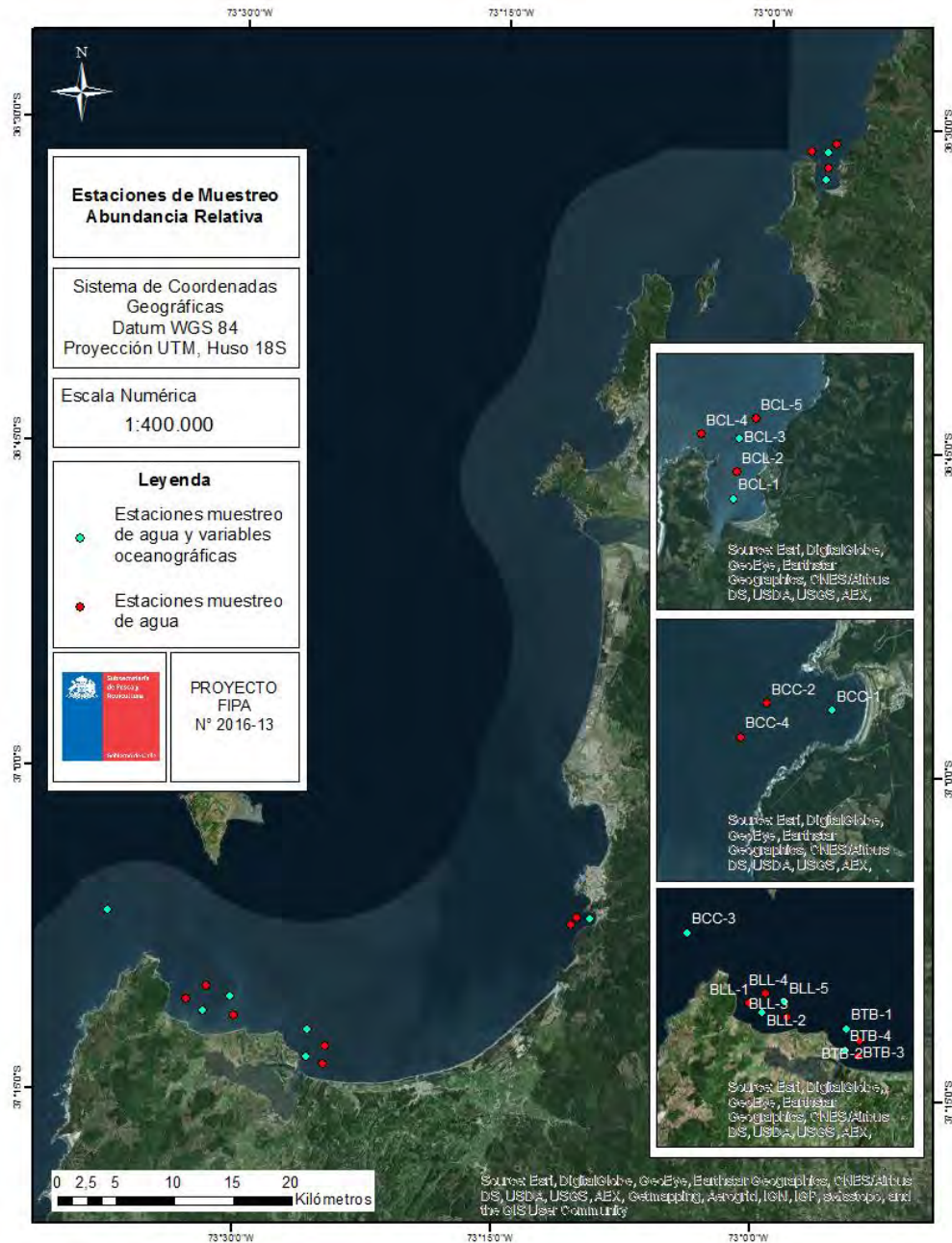


Figura 182. Estaciones de muestreo Abundancia Relativa.

Fuente: Elaboración propia en base a Informe Final - Catastro de especies nocivas en bahías selectas de la Región del Biobío. I Etapa 2015-16, 2017.

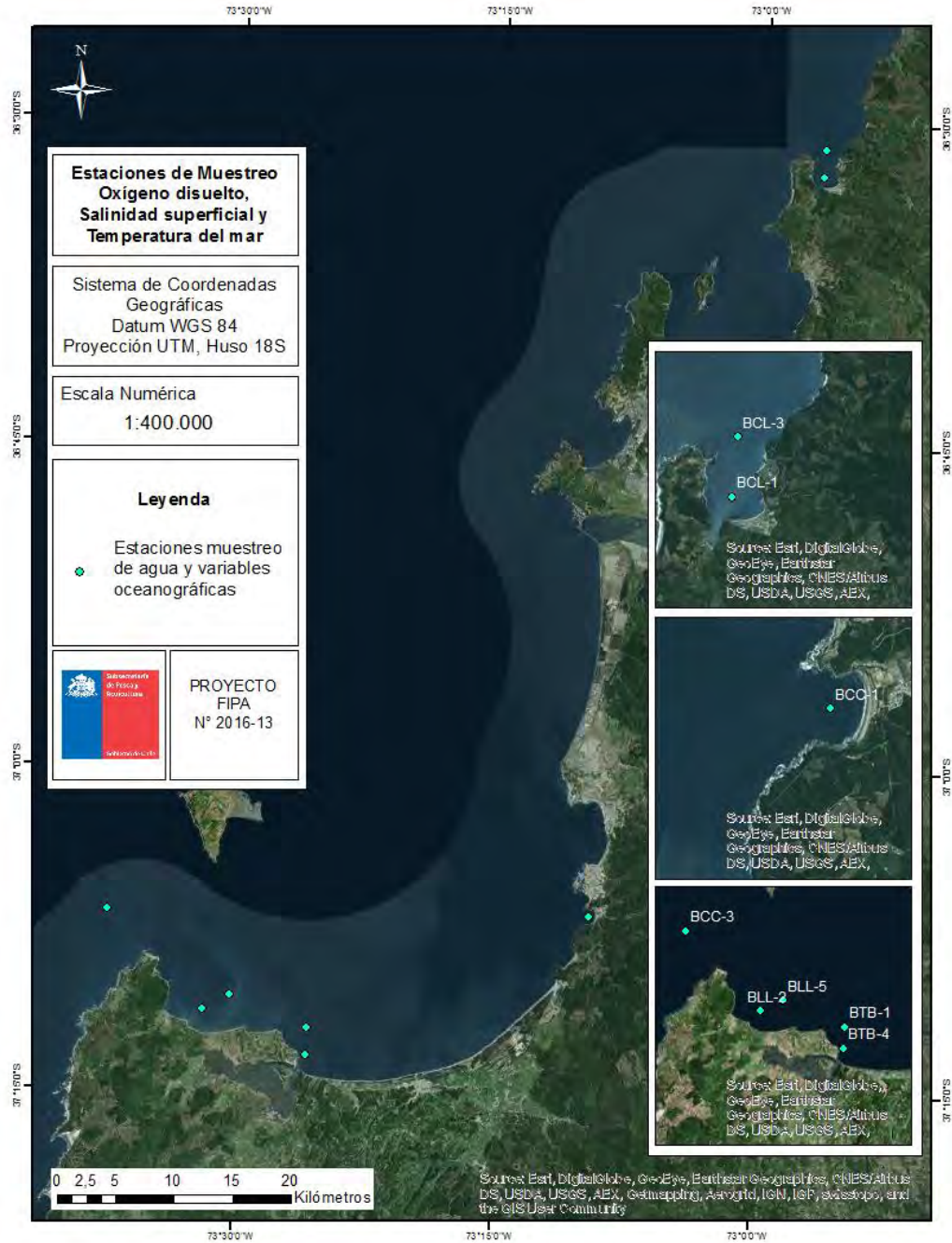


Figura 183. Estaciones de muestreo Oxígeno disuelto, Salinidad superficial y Temperatura del Mar.

Fuente: Elaboración propia en base a Informe Final - Catastro de especies nocivas en bahías selectas de la Región del Biobío. I Etapa 2015-16, 2017.

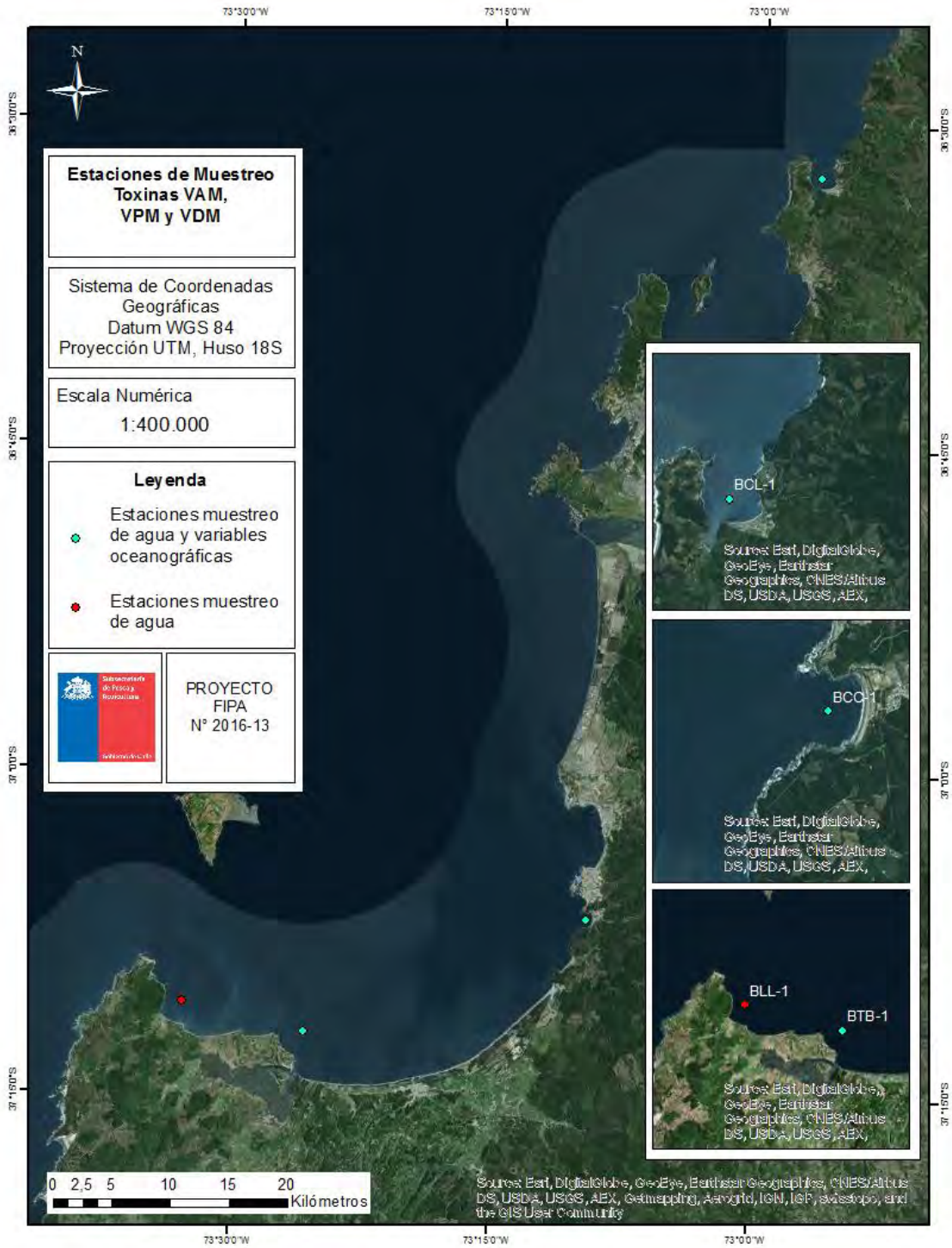


Figura 184. Estaciones de muestreo Toxinas.

Fuente: Elaboración propia en base a Informe Final - Catastro de especies nocivas en bahías selectas de la Región del Biobío. I Etapa 2015-16, 2017.

Observaciones generales por variable datos VIII Región

Abundancia Relativa: Son 13 cruceros. 18 estaciones de monitoreo en los primeros 12 cruceros. 22 estaciones de monitoreo en el crucero 13 (se suman las estaciones de monitoreo: BTH-1, BTH-2, BTH-3, BTH-4, Tabla 65). En la Tabla 66 se puede ver las especies catastradas y su nomenclatura.

Tabla 65. Estaciones de monitoreo abundancia relativa

Código de la estación	Crucero	Código de la estación	Crucero
BCC-1	Todos	BLL-4	Todos
BCC-2	Todos	BLL-5	Todos
BCC-3	Todos	BCL-1	Todos
BCC-4	Todos	BCL-2	Todos
BTB-1	Todos	BCL-3	Todos
BTB-2	Todos	BCL-4	Todos
BTB-3	Todos	BCL-5	Todos
BTB-4	Todos	BTH-1	13
BLL-1	Todos	BTH-2	13
BLL-2	Todos	BTH-3	13
BLL-3	Todos	BTH-4	13

Tabla 66. Especies catastradas y nomenclatura abundancia relativa

Especie	Nomenclatura
<i>Alexandrium catenella</i>	AL_CAT
<i>Alexandrium ostenfeldii</i>	AL_OSTEN
<i>Alexandrium cf. tamarense</i>	AL_TAMA
<i>Dinophysis acuminata</i>	DINO_ACUM
<i>Dinophysis acuta</i>	DINO_ACUT
<i>Protoceratium reticulatum</i>	PROTO_RETI
<i>Pseudo-nitzschia cf. australis</i>	PSEUDO_AUST
<i>Pseudo-nitzschia cf. pseudodelicatissima</i>	PSEUDO_PSEUD

Abundancia de Quistes: Se observaron repetición de estaciones en los cruceros. No está el registro de las fechas de los cruceros, a excepción de las estaciones BTB-1, BTB-2, BTB-3. En Tabla 67 se observan las estaciones de monitoreo de abundancia de quistes. Las especies catastradas y la nomenclatura de abundancia de quistes se muestran en la Tabla 68.

- a) Quistes nocivos: 3 cruceros: 12 estaciones de monitoreo crucero 2
 12 estaciones de monitoreo crucero 3
 6 estaciones de monitoreo crucero 4

Tabla 67. Estaciones de monitoreo abundancia de quistes

Código de la estación	Crucero
BCCS-1	2, 3, 4
BCCS-2	2, 3
BCCS-3	2, 3, 4
BCLS-1	2, 3
BCLS-2	2, 3, 4
BCLS-3	2, 3
BLLS-1	2, 3, 4
BLLS-2	2, 3
BLLS-3	2, 3, 4
BTB-1	2, 3
BTB-2	2, 3, 4
BTB-3	2, 3

Tabla 68. Especies catastradas y nomenclatura abundancia de quistes

Especie	Nomenclatura
<i>Alexandrium catenella</i>	AL_CAT
<i>Alexandrium ostenfeldii</i>	AL_OSTEN
<i>Alexandrium cf. tamarense</i>	AL_TAMA
<i>Protoceratium reticulatum</i>	PROTO_RETI
<i>L. polyedrum</i>	L_POLY

- b) Datos brutos quistes, Quistes ml-1 y otros Quistes: 12 estaciones de monitoreo cada uno.

Observaciones:

- La información correspondiente a datos brutos de quistes no fue normalizada ya que no están incluidas en el listado de especies a trabajar.

Fitoplancton cualitativo: Para los Cruceros 2, 9, 0 11, 12 no es posible abrir los archivos Excel. Son 13 cruceros y 18 estaciones de monitoreo (Tabla 69). Las especies catastradas y la nomenclatura del fitoplancton cualitativo se pueden ver en la Tabla 70.

Tabla 69. Estaciones de monitoreo fitoplancton cualitativo

Código de la estación	Crucero	Código de la estación	Crucero
BCC-1	Todos	BLL-2	Todos
BCC-2	Todos	BLL-3	Todos
BCC-3	Todos	BLL-4	Todos
BCC-4	Todos	BLL-5	Todos
BTB-1	Todos	BCL-1	Todos
BTB-2	Todos	BCL-2	Todos
BTB-3	Todos	BCL-3	Todos
BTB-4	Todos	BCL-4	Todos
BLL-1	Todos	BCL-5	Todos

Tabla 70. Especies catastradas y nomenclatura fitoplancton cualitativo

Especie	Nomenclatura	Especie	Nomenclatura
<i>Amphiprora spp.</i>	AMP_SPP	<i>Skeletonema spp.</i>	SKE_SPP
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	ASTE_GLACI	<i>Tabellaria flocculosa</i>	TAB_FLO
<i>Cerataulina pelagica</i>	CERA_PELA	<i>Thalassiosira anguste-lineata</i>	THALA_ANGUS
<i>Chaetoceros compressus</i>	CH_COMPRESS	<i>Thalassiosira delicatula</i>	THALA_DELI
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	CH_CURVI	<i>Thalassiosira subtilis</i>	THALA_SUB
<i>Chaetoceros debilis</i>	CH_DEBI	<i>Thalassiosira cf. aestivalis</i>	THALA_AES
<i>Chaetoceros decipiens</i>	CH_DECI	<i>Thalassiosira cf. decipiens</i>	THALA_DECI
<i>Chaetoceros diadema</i>	CH_DIADE	<i>Thalassiosira spp.</i>	THALA_SPP
<i>Chaetoceros didymus</i>	CH_DIDY	<i>Diatomeas pennadas indet.</i>	DIA_PEN
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	CH_LORE	<i>Alexandrium catenella</i>	AL_CAT
<i>Chaetoceros socialis</i>	CH_SOCIA	<i>Alexandrium ostenfeldii</i>	AL_OSTEN
<i>Chaetoceros teres</i>	CH_TERES	<i>Alexandrium cf. tamarense</i>	AL_TAMA
<i>Chaetoceros spp.</i>	CH_SPP	<i>Amylax triacantha</i>	AMY_TRIA
<i>Cocconeis spp.</i>	COCC_SPP	<i>Dinophysis acuminata</i>	DINO_ACUM
<i>Coscinodiscus granii</i>	COS_GRAN	<i>Dinophysis acuta</i>	DINO_ACUT
<i>Coscinodiscus cf. centralis</i>	COS_CENT	<i>Dinophysis spp.</i>	DINO_SPP
<i>Coscinodiscus spp.</i>	COS_SPP	<i>Gonyaulax spinifera</i>	GON_SPIN
<i>Cylindrotheca closterium</i>	CYL_CLOS	<i>Gymnodinium spp.</i>	GYM_SPP
<i>Detonula pumila</i>	DET_PUM	<i>Gyrodinium spp.</i>	GYRO_SPP
<i>Didymosphenia geminata</i>	DIDY_GEMI	<i>Peridinium sp.</i>	PERI_SP
<i>Diploneis spp.</i>	DIPLO_SPP	<i>Phalacroma rotundatum</i>	PHAL_ROTU
<i>Eucampia cornuta</i>	EUCA_COR	<i>Polykrikos spp.</i>	POLY_SPP
<i>Eucampia zodiacus</i>	EUCA_ZODIA	<i>Preperidinium meunieri</i>	PREP_MEU
<i>Fragilaria crotonensis</i>	FR_CROTO	<i>Prorocentrum micans</i>	PRORO_MICA
<i>Grammatophora marina</i>	GRAM_MAR	<i>Protoceratium reticulatum</i>	PROTO_RETI
<i>Leptocylindrus danicus</i>	LEP_DANI	<i>Protopteridinium claudicans</i>	PROTO_CLAU
<i>Licmophora spp.</i>	LIC_SPP	<i>Protopteridinium conicum</i>	PROTO_CONI
<i>Melosira pseudogranulata</i>	MELO_PSEUDO	<i>Protopteridinium denticulatum</i>	PROTO_DENTI
<i>Melosira varians</i>	MELO_VARI	<i>Protopteridinium divergens</i>	PROTO_DIVER

Especie	Nomenclatura
<i>Navicula spp.</i>	NAVI_SPP
<i>Nitzschia longissima</i>	NIT_LONGI
<i>Nitzschia spp.</i>	NIT_SPP
<i>Odontella aurita</i>	ODO_AURI
<i>Odontella longicuris</i>	ODO_LONGI
<i>Paralia sulcata</i>	PARA_SUL
<i>Pseudo-nitzschia cf. australis</i>	PSEUDO_AUST
<i>Pseudo-nitzschia cf. pseudodelicatissima</i>	PSEUDO_PSEUD
<i>Pseudo-nitzschia cf. pungens</i>	PSEUDO_PUN
<i>Pseudo-nitzschia spp.</i>	PSEUDO_SPP

Especie	Nomenclatura
<i>Protoperidinium cf. grani</i>	PROTO_GRANI
<i>Protoperidinium cf. pallidum</i>	PROTO_PALLI
<i>Protoperidinium cf. pellucidum</i>	PROTO_PELLU
<i>Protoperidinium cf. steinii</i>	PROTO_STEIN
<i>Protoperidinium cf. thorianum</i>	PROTO_THOR
<i>Protoperidinium spp.</i>	PROTO_SPP
<i>Scrippsiella spp.</i>	SCRIP_SPP
<i>Dinoflagelados atecados indet.</i>	DINO_ATECA
<i>Dinoflagelados tecados indet.</i>	DINO_TECA

Fitoplancton cuantitativo: Son 13 cruceros y 18 estaciones de monitoreo (Tabla 71). Las especies catastradas y la nomenclatura del fitoplancton cualitativo se pueden ver en la Tabla 72.

Tabla 71. Estaciones de monitoreo fitoplancton cuantitativo

Código de la estación	Crucero
BCC-1	Todos
BCC-2	Todos
BCC-3	Todos
BCC-4	Todos
BTB-1	Todos
BTB-2	Todos
BTB-3	Todos
BTB-4	Todos
BLL-1	Todos

Código de la estación	Crucero
BLL-2	Todos
BLL-3	Todos
BLL-4	Todos
BLL-5	Todos
BCL-1	Todos
BCL-2	Todos
BCL-3	Todos
BCL-4	Todos
BCL-5	Todos

Tabla 72. Especies catastradas y nomenclatura fitoplancton cuantitativo

Especie	Nomenclatura
<i>Amphiprora spp.</i>	AMP_SPP
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	ASTE_GLACI
<i>Cerataulina pelagica</i>	CERA_PELA
<i>Chaetoceros compressus</i>	CH_COMPRESS
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	CH_CURVI

Especie	Nomenclatura
<i>Pseudo-nitzschia cf. pungens</i>	PSEUDO_PUN
<i>Pseudo-nitzschia spp.</i>	PSEUDO_SPP
<i>Skeletonema spp.</i>	SKE_SPP
<i>Tabellaria flocculosa</i>	TAB_FLO
<i>Thalassiosira angustelineata</i>	THALA_ANGUS

Especie	Nomenclatura
<i>Chaetoceros debilis</i>	CH_DEBI
<i>Chaetoceros decipiens</i>	CH_DECI
<i>Chaetoceros diadema</i>	CH_DIADE
<i>Chaetoceros didymus</i>	CH_DIDY
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	CH_LORE
<i>Chaetoceros socialis</i>	CH_SOCIA
<i>Chaetoceros teres</i>	CH_TERES
<i>Chaetoceros spp.</i>	CH_SPP
<i>Cocconeis spp.</i>	COCC_SPP
<i>Coscinodiscus granii</i>	COS_GRAN
<i>Coscinodiscus cf. centralis</i>	COS_CENT
<i>Coscinodiscus spp.</i>	COS_SPP
<i>Cylindrotheca closterium</i>	CYL_CLOS
<i>Detonula pumila</i>	DET_PUM
<i>Eucampia cornuta</i>	EUCA_COR
<i>Eucampia zodiacus</i>	EUCA_ZODIA
<i>Fragilaria crotonensis</i>	FR_CROTO
<i>Grammatophora marina</i>	GRAM_MAR
<i>Leptocylindrus danicus</i>	LEP_DANI
<i>Melosira pseudogranulata</i>	MELO_PSEUDO
<i>Melosira varians</i>	MELO_VARI
<i>Navicula spp.</i>	NAVI_SPP
<i>Nitzschia longissima</i>	NIT_LONGI
<i>Nitzschia spp.</i>	NIT_SPP
<i>Odontella aurita</i>	ODO_AURI
<i>Odontella longicruris</i>	ODO_LONGI
<i>Paralia sulcata</i>	PARA_SUL
<i>Pleurosigma spp.</i>	PLEURO_SPP
<i>Pseudo-nitzschia cf. australis</i>	PSEUDO_AUST
<i>Pseudo-nitzschia cf. pseudodelicatissima</i>	PSEUDO_PSEUD

Especie	Nomenclatura
<i>Thalassiosira delicatula</i>	THALA_DELI
<i>Thalassiosira subtilis</i>	THALA_SUB
<i>Thalassiosira cf. aestivalis</i>	THALA_AES
<i>Thalassiosira cf. decipiens</i>	THALA_DECI
<i>Thalassiosira spp.</i>	THALA_SPP
<i>Diatomeas pennadas indet.</i>	DIA_PEN
<i>Alexandrium ostenfeldii</i>	AL_OSTEN
<i>Amylax triacantha</i>	AMY_TRIA
<i>Ceratium tripos</i>	CERA_TRIP
<i>Dinophysis acuminata</i>	DINO_ACUM
<i>Gonyaulax spinifera</i>	GON_SPIN
<i>Gymnodinium spp.</i>	GYM_SPP
<i>Gyrodinium spp.</i>	GYRO_SPP
<i>Polykrikos spp.</i>	POLY_SPP
<i>Preperidinium meunieri</i>	PREP_MEU
<i>Protoperidinium claudicans</i>	PROTO_CLAU
<i>Protoperidinium conicum</i>	PROTO_CONI
<i>Protoperidinium denticulatum</i>	PROTO_DENTI
<i>Protoperidinium divergens</i>	PROTO_DIVER
<i>Protoperidinium excentricum</i>	PROTO_EXC
<i>Protoperidinium cf. grani</i>	PROTO_GRANI
<i>Protoperidinium cf. pallidum</i>	PROTO_PALLI
<i>Protoperidinium cf. pellucidum</i>	PROTO_PELLU
<i>Protoperidinium cf. steinii</i>	PROTO_STEIN
<i>Protoperidinium spp.</i>	PROTO_SPP
<i>Scrippsiella spp.</i>	SCRIP_SPP
<i>Dinoflagelados atecados indet.</i>	DINO_ATECA
<i>Dinoflagelados tecados indet.</i>	DINO_TECA
<i>Euglenofíceas indet.</i>	EUG_IND
<i>Dictyocha speculum</i>	DICTY_SPEC

Oxígeno disuelto: La tabla entregada por el mandante no tiene referencias de las fechas en que fueron tomadas las muestras para ningún crucero. Además en la profundidad del perfil no se especifica la unidad de medida. Son 13 cruceros y 8 estaciones de monitoreo (Tabla 73).

Tabla 73. Estaciones de monitoreo oxígeno disuelto

Código de la estación	Crucero	Cantidad de registros en el perfil
BCC-1	Todos	9
BCC-2	Todos	14
BTB-1	Todos	9
BTB-4	Todos	5
6BLL-2	Todos	6
B12LL-5	Todos	12
BCL-1	Todos	9
BCL-3	Todos	22

Temperatura del mar: La tabla entregada por el mandante no tiene referencia de las fechas en que fueron tomados los registros. Para la profundidad del perfil no se especifica unidad de medida. Son 13 cruceros y 8 estaciones de monitoreo.

Tabla 74. Estaciones de monitoreo temperatura del mar

Código de la estación	Crucero	Cantidad de registros en el perfil
BCC-1	Todos	9
BCC-2	Todos	14
BTB-1	Todos	9
BTB-4	Todos	5
6BLL-2	Todos	6
B12LL-5	Todos	12
BCL-1	Todos	9
BCL-3	Todos	22

Salinidad: La tabla entregada por el mandante no tiene referencias de las fechas en que fueron tomadas las muestras para ningún crucero. En la profundidad del perfil no se especifica la unidad de medida. Son 13 cruceros y 8 estaciones de monitoreo (Tabla 75).

Tabla 75. Estaciones de monitoreo temperatura del mar

Código de la estación	Crucero	Cantidad de registros en el perfil
BCC-1	Todos	9
BCC-2	Todos	14
BTB-1	Todos	9
BTB-4	Todos	5
6BLL-2	Todos	6
B12LL-5	Todos	12
BCL-1	Todos	9
BCL-3	Todos	22

Toxinas VAM, VPM y VDM: Ausencia de los cruceros 6 y 7 (junio y julio). Medida codificada en el registro Excel (0: Ausencia; 1: Presencia). Los registros de las variables fueron normalizados en las tablas con Ausencia y Presencia y no se utilizaron los códigos 0 y 1. Son 13 cruceros y 4 estaciones de monitoreo (Tabla 76).

Tabla 76. Estaciones de monitoreo temperatura del mar

Código de la estación	Crucero
BCC-1	Todos
BTB-1	Todos
BLL-1	Todos
BCL-1	Todos

Estandarización de la información VIII región

La información proveniente de los 13 cruceros correspondiente al año 2015 fue estandarizada siguiendo el mismo patrón que la estandarización de las variables del Programa de Marea Roja de la X, XI y XII regiones (la nomenclatura utilizada para cada variable se señala en el apartado 3.2.5.1). En la Figura 185 se muestra un ejemplo de la tabla estandarizada.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	CODIGO_EST	FCH_CRUC	MES	AÑO	AL_CAT	AL_OSTEN	AL_TAMA	DINO_ACUM	DINO_ACUT	PROTO_RETI	PSEUDO_AUST	PSEUDO_PSEUD
2	BCC-1	17-01-2015	ENERO	2015		0	2	0	0	0	2	0
3	BCC-2	17-01-2015	ENERO	2015		0	2	0	0	0	2	0
4	BCC-3	17-01-2015	ENERO	2015		0	1	0	1	0	3	0
5	BCC-4	17-01-2015	ENERO	2015		0	4	0	2	0	4	0
6	BTB-1	19-01-2015	ENERO	2015		0	0	0	1	0	3	0
7	BTB-2	19-01-2015	ENERO	2015		0	0	0	0	0	3	0
8	BTB-3	19-01-2015	ENERO	2015		0	1	0	0	0	3	0
9	BTB-4	19-01-2015	ENERO	2015		0	0	0	0	0	2	0
10	BLL-1	19-01-2015	ENERO	2015		0	1	0	1	0	2	0
11	BLL-2	19-01-2015	ENERO	2015		0	2	0	3	0	3	0
12	BLL-3	19-01-2015	ENERO	2015		0	3	0	1	0	3	0
13	BLL-4	19-01-2015	ENERO	2015		0	2	0	2	0	3	0
14	BLL-5	19-01-2015	ENERO	2015		0	2	0	2	0	3	0
15	BCL-1	18-01-2015	ENERO	2015		0	0	0	0	0	2	0
16	BCL-2	18-01-2015	ENERO	2015		0	0	0	0	0	2	0
17	BCL-3	18-01-2015	ENERO	2015		0	0	0	0	0	3	0
18	BCL-4	18-01-2015	ENERO	2015		0	1	0	0	0	2	0
19	BCL-5	18-01-2015	ENERO	2015		0	0	0	0	0	2	0
20												
21												
22												
23												

Figura 185. Ejemplo de estandarización de las tablas (Abundancia Relativa - Crucero 1). Fuente: Elaboración propia en base a Informe Final - Catastro de especies nocivas en bahías selectas de la Región del Biobío. I Etapa 2015-16, 2017.

Para ejemplificar la aplicación de los modelos generados para la X, XI y XII regiones, se seleccionó el crucero 1 y se ejecutó el modelo de abundancia relativa para todas las especies medidas. La

Figura 186 muestra el resultado cartográfico de esta aplicación. La

Figura 187 muestra el mismo resultado pero solo para *Alexandrium ostenfeldii*.

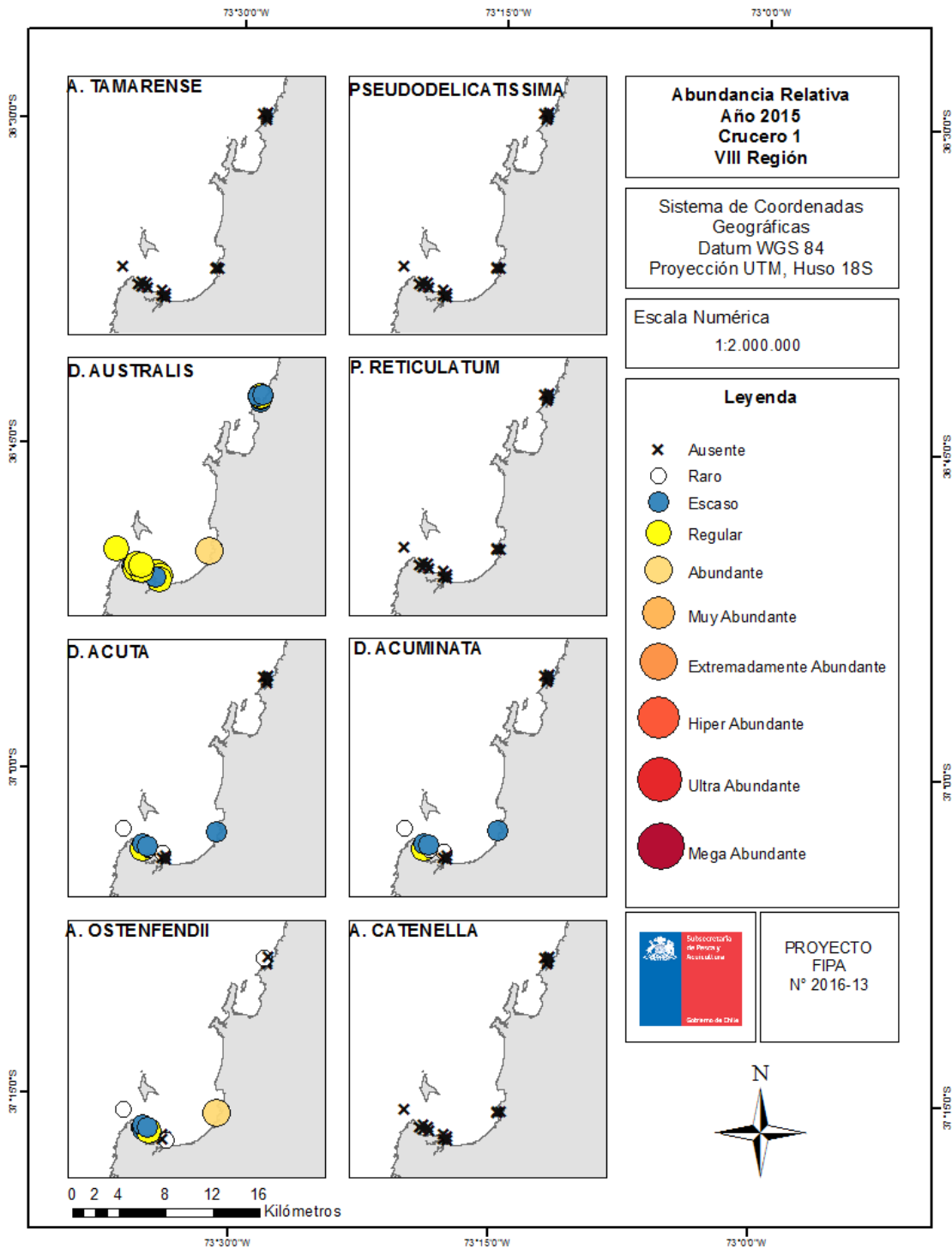


Figura 186. Ejemplo Modelo de Abundancia Relativa - Crucero 1.

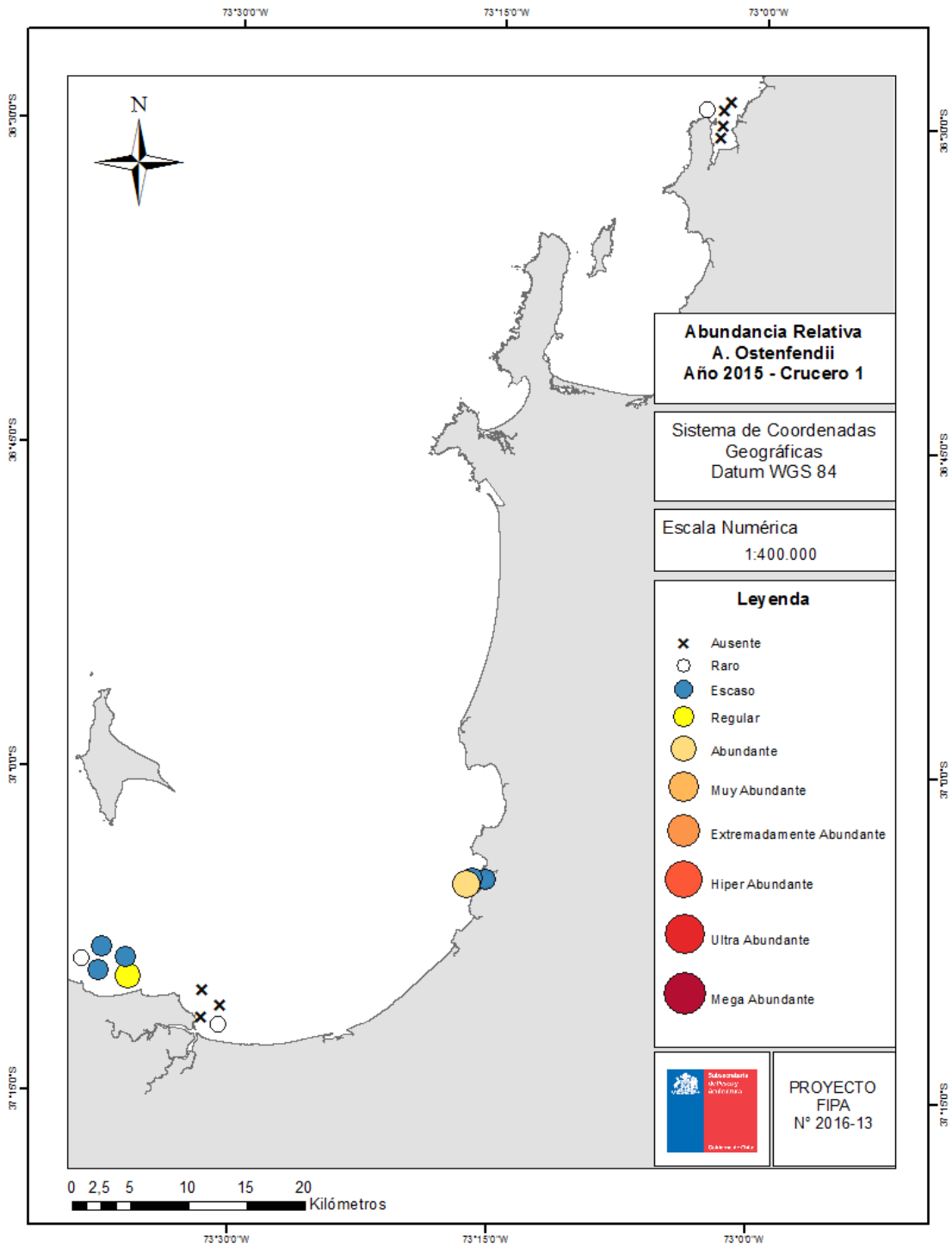


Figura 187. Ejemplo Modelo de Abundancia Relativa Alexandrium ostenfeldii - Crucero 1.

Reporte de Observaciones y Errores en la revisión de datos: catastro de especies nocivas VIII Región.

Abundancia Relativa

a)

Nº Estación	Estación	Fecha Muestreo	Alexandrium catenella	Alexandrium ostenfeldi	Alexandrium cf. tamarense	Dinophysis acuminata	Dinophysis acuta	Protoceratium reticulatum	Pseudo-nitzschia cf. australis	P. cf. pseudodelicatissima
18	BCC-1	B. Colcura 1	17.ene-15	0	2	0	0	0	2	0
19	BCC-2	B. Colcura 2	17.ene-15	0	2	0	0	0	2	0
20	BCC-3	B. Colcura 3	17.ene-15	0	1	0	1	0	3	0
21	BCC-4	B. Colcura 4	17.ene-15	0	4	0	2	0	4	0
22	BTB-1	B. Tubul 1	19.ene-15	0	0	0	1	0	3	0
23	BTB-2	B. Tubul 2	19.ene-15	0	0	0	0	0	3	0
24	BTB-3	B. Tubul 3	19.ene-15	0	1	0	0	0	3	0
25	BTB-4	B. Tubul 4	19.ene-15	0	0	0	0	0	2	0
26	BLL-1	B. Llico 1	19.ene-15	0	1	0	1	0	2	0
27	BLL-2	B. Llico 2	19.ene-15	0	2	0	3	0	3	0
28	BLL-3	B. Llico 3	19.ene-15	0	3	0	1	0	3	0
29	BLL-4	B. Llico 4	19.ene-15	0	2	0	2	0	3	0
30	BLL-5	B. Llico 5	19.ene-15	0	2	0	2	0	3	0
31	BCL-1	B. Columo 1	18.ene-15	0	0	0	0	0	2	0
32	BCL-2	B. Columo 2	18.ene-15	0	0	0	0	0	2	0
33	BCL-3	B. Columo 3	18.ene-15	0	0	0	0	0	3	0
34	BCL-4	B. Columo 4	18.ene-15	0	1	0	0	0	2	0
35	BCL-5	B. Columo 5	18.ene-15	0	0	0	0	0	2	0

b)

CODIGO_EST	FCH_CRUC	MES	AÑO	AL_CAT	AL_OSTEN	AL_TAMA	DINO_ACUM	DINO_ACUT	PROTO_RETI	PSEUDO_AUST	PSEUDO_PSEUD
2	BCC-1	17-01-2015	ENERO	2015	0	2	0	0	0	2	0
3	BCC-2	17-01-2015	ENERO	2015	0	2	0	0	0	2	0
4	BCC-3	17-01-2015	ENERO	2015	0	1	0	1	0	3	0
5	BCC-4	17-01-2015	ENERO	2015	0	4	0	2	0	4	0
6	BTB-1	19-01-2015	ENERO	2015	0	0	0	1	0	3	0
7	BTB-2	19-01-2015	ENERO	2015	0	0	0	0	0	3	0
8	BTB-3	19-01-2015	ENERO	2015	0	1	0	0	0	3	0
9	BTB-4	19-01-2015	ENERO	2015	0	0	0	0	0	2	0
10	BLL-1	19-01-2015	ENERO	2015	0	1	0	1	0	2	0
11	BLL-2	19-01-2015	ENERO	2015	0	2	0	3	0	3	0
12	BLL-3	19-01-2015	ENERO	2015	0	3	0	1	0	3	0
13	BLL-4	19-01-2015	ENERO	2015	0	2	0	2	0	3	0
14	BLL-5	19-01-2015	ENERO	2015	0	2	0	2	0	3	0
15	BCL-1	18-01-2015	ENERO	2015	0	0	0	0	0	2	0
16	BCL-2	18-01-2015	ENERO	2015	0	0	0	0	0	2	0
17	BCL-3	18-01-2015	ENERO	2015	0	0	0	0	0	3	0
18	BCL-4	18-01-2015	ENERO	2015	0	1	0	0	0	2	0
19	BCL-5	18-01-2015	ENERO	2015	0	0	0	0	0	2	0

Figura 188. Comparación tabla de origen (a) y tabla normalizada (b) abundancia relativa.

Abundancia de Quistes

1 Prospección de quistes (quistes mL⁻¹ sedimento húmedo) de dinoflagelados nocivos en estaciones de la región del Diabolo durante el segundo crucero, febrero 2015.

2

3

Crucero	Área	Estación	A. catenella	A. ostenfeldii	A. cf. tamarense	P. reticulatum	L. polyedrum
4	CR2	Bahía Colcura 1	BCCS-1	0	0	0	0
5	CR2	Bahía Colcura 2	BCCS-2	0	0	0	0
6	CR2	Bahía Colcura 3	BCCS-3	0	0	0	0
7	CR2	Bahía Coliumo 1	BCLS-1	0	0	0	0
8	CR2	Bahía Coliumo 2	BCLS-2	0	0	0	0
9	CR2	Bahía Coliumo 3	BCLS-3	0	0	0	0
10	CR2	Bahía Ulico 1	BLLS 1	0	0	0	0
11	CR2	Bahía Ulico 2	BLLS 2	0	0	0	0
12	CR2	Bahía Ulico 3	BLLS 3	0	0	0	0
13	CR2	Bahía Tubul 1	BTB 1	0	0	0	0
14	CR2	Bahía Tubul 2	BTB-2	0	0	0	0
15	CR2	Bahía Tubul 3	BTB-3	0	0	0	0
16	CR3	Bahía Colcura 1	BCCS-1	0	0	0	0
17	CR3	Bahía Colcura 2	BCCS-2	0	0	0	0
18	CR3	Bahía Colcura 3	BCCS-3	0	0	0	0
19	CR3	Bahía Coliumo 1	BCLS-1	0	0	0	0
20	CR3	Bahía Coliumo 2	BCLS-2	0	0	0	0
21	CR3	Bahía Coliumo 3	BCLS-3	0	0	0	0
22	CR3	Bahía Ulico 1	BLLS 1	0	0	0	0
23	CR3	Bahía Ulico 2	BLLS 2	0	0	0	0
24	CR3	Bahía Ulico 3	BLLS 3	0	0	0	0
25	CR3	Bahía Tubul 1	BTB 1	0	0	0	0

a)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	CODIGO_EST	FCH_CRUC	MES	AÑO	AL_CAT	AL_OSTEN	AL_TAMA	PROTO_RETI	L_POLY	
2	BCCS-1		FEBRERO	2015		0	0	0	0	0
3	BCCS-2		FEBRERO	2015		0	0	0	0	0
4	BCCS-3		FEBRERO	2015		0	0	0	0	0
5	BCLS-1		FEBRERO	2015		0	0	0	0	0
6	BCLS-2		FEBRERO	2015		0	0	0	0	0
7	BCLS-3		FEBRERO	2015		0	0	0	0	0
8	BLLS-1		FEBRERO	2015		0	0	0	0	0
9	BLLS-2		FEBRERO	2015		0	0	0	0	0
10	BLLS-3		FEBRERO	2015		0	0	0	0	0
11	BTB-1	21-02-2015	FEBRERO	2015		0	0	0	0	0
12	BTB-2	21-02-2015	FEBRERO	2015		0	0	0	0	0
13	BTB-3	21-02-2015	FEBRERO	2015		0	0	0	0	0
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										

b)

Figura 189. Comparación tabla de origen (a) y tabla normalizada (b) abundancia de quistes.

Oxígeno disuelto

Variable	Oxígeno disuelto mg/L													
BCC-1	Prof	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13
	0	7.67	8.25	8.63	8.90	8.99	8.81	8.86	8.92	8.87	8.86	8.89	8.88	8.87
	1	7.92	9.06	7.72	7.38	9.06	8.02	7.89	8.38	8.20	7.94	8.16	8.18	8.06
	2	8.57	9.25	8.91	8.95	9.07	8.56	8.76	8.91	8.74	8.75	8.83	8.78	8.76
	3	8.60	9.77	9.01	9.15	8.97	8.42	8.79	8.88	8.65	8.72	8.80	8.72	8.72
	4	8.64	9.94	9.06	9.12	8.82	8.37	8.75	8.78	8.58	8.66	8.72	8.65	8.65
	5	7.46	9.52	9.12	9.10	8.44	8.32	8.71	8.58	8.45	8.58	8.58	8.51	8.55
	6	6.08	7.92	8.92	8.89	8.30	8.00	8.45	8.37	8.19	8.32	8.34	8.27	8.29
	7	5.50	6.51	8.47	8.55	8.27	8.25	8.40	8.34	8.29	8.35	8.34	8.32	8.33
	8	5.07	2.09	7.51	6.36	8.47	8.17	7.27	7.87	8.02	7.64	7.75	7.89	7.76
	9	3.51	2.06	7.38	6.21	8.56	8.12	7.17	7.96	7.99	7.58	7.72	7.86	7.72
	BCC-3	0	7.23	8.81	7.90	8.10	8.58	8.39	8.25	8.41	8.40	8.33	8.37	8.39
1		7.78	8.83	7.99	7.36	8.83	8.06	7.71	8.17	8.12	7.91	8.04	8.08	8.00
2		7.76	9.05	8.92	9.21	8.66	9.13	9.17	8.92	9.02	9.10	9.01	9.01	9.06
3		7.89	10.10	8.70	8.95	8.85	8.97	8.96	8.80	8.99	8.92	8.86	8.87	8.90
4		7.70	10.58	8.89	9.36	8.64	9.16	9.26	8.95	9.06	9.16	9.06	9.06	9.11
5		7.83	10.24	9.16	9.24	8.63	9.21	9.23	8.93	9.07	9.15	9.04	9.05	9.10
6		7.99	8.60	9.10	9.01	8.83	9.11	9.06	8.85	8.98	9.02	8.93	8.96	8.99
7		7.91	8.01	8.83	9.01	8.62	9.02	9.02	8.62	8.92	8.97	8.89	8.91	8.94
8		6.47	6.40	8.50	8.76	8.61	8.82	8.79	8.70	8.76	8.78	8.74	8.75	8.76
9		4.96	3.78	8.00	8.34	8.59	8.51	8.43	8.51	8.51	8.47	8.49	8.50	8.48
10		3.56	2.64	7.26	8.11	8.57	8.36	8.24	8.40	8.38	8.31	8.36	8.37	8.34
11		2.15	1.12	6.93	7.85	8.54	8.42	8.14	8.34	8.38	8.26	8.30	8.34	8.30
12	1.86	0.62	5.86	7.22	8.52	8.23	7.73	8.12	8.18	7.95	8.04	8.11	8.03	

CODIGO_EST	FCH_CRUC	MES	AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
BCC-1				7.67	7.92	8.57	8.60	8.64	7.46	6.08	5.50	5.07	3.51													
BCC-3				7.23	7.78	7.76	7.69	7.70	7.83	7.99	7.91	6.47	4.96	3.56	2.15	1.86	1.45	1.16								
BTB-1				9.82	11.49	14.76	14.62	12.97	9.97	8.57	7.05	6.11	2.35													
BTB-4				9.52	11.11	15.07	15.00	13.04	6.74																	
BLL-2				7.74	7.63	7.01	6.90	6.81	6.75	6.35																
BLL-5				7.16	6.87	6.13	6.11	6.04	5.97	5.92	5.76	5.62	5.70	5.65	5.46											
BCL-1				7.73	8.98	11.80	11.63	11.64	11.59	11.42	11.30	11.26	10.65													
BCL-3				7.68	8.29	10.21	10.36	10.36	10.25	9.99	9.96	9.94	9.70	9.55	9.51	10.06	10.55	10.72	10.67	10.57	10.11	8.56	7.22	6.47	5.17	3.97

Figura 192. Comparación tabla de origen (a) y tabla normalizada (b) oxígeno disuelto.

Temperatura del mar

Variable	Temperatura °C													
BCC-1	Prof	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13
	0	16.27	16.91	16.24	16.12	13.32	14.36	16.24	14.28	14.32	14.78	14.53	14.43	14.60
	1	16.04	16.32	16.21	16.04	13.34	14.32	15.18	14.26	14.29	14.74	14.50	14.39	14.56
	2	15.26	15.09	16.27	16.03	13.31	14.28	15.16	14.23	14.26	14.71	14.47	14.36	14.53
	3	14.93	14.51	16.00	15.89	13.45	14.25	15.07	14.26	14.26	14.66	14.46	14.36	14.51
	4	13.08	14.63	15.82	15.27	13.40	14.18	14.73	14.06	14.12	14.42	14.24	14.18	14.30
	5	12.60	13.96	15.59	15.23	13.33	14.07	14.65	13.99	14.03	14.34	14.17	14.10	14.22
	6	12.52	13.27	16.25	15.14	13.30	14.01	14.58	13.94	13.97	14.27	14.11	14.04	14.16
	7	12.39	12.39	15.33	15.17	13.31	13.96	14.57	13.94	13.95	14.26	14.10	14.02	14.14
	8	11.85	12.17	14.90	14.83	13.29	13.78	14.31	13.80	13.79	14.05	13.92	13.86	13.95
	9	10.91	12.08	14.76	14.79	13.27	13.73	14.26	13.77	13.75	14.00	13.88	13.82	13.91
	BCC-3	0	16.20	15.50	16.03	15.48	13.33	14.61	15.04	14.19	14.40	14.72	14.45	14.43
1		15.38	15.21	15.83	15.37	13.33	14.32	14.85	14.09	14.21	14.53	14.31	14.26	14.39
2		14.84	14.33	16.32	15.33	13.35	14.13	14.73	14.04	14.09	14.41	14.23	14.16	14.28
3		14.66	14.22	15.88	15.24	13.38	13.98	14.61	13.99	13.99	14.30	14.15	14.07	14.18
4		14.64	13.77	14.97	14.92	13.40	13.64	14.26	13.84	13.74	14.01	13.92	13.83	13.92
5		14.58	13.39	14.36	14.15	13.35	13.27	13.71	13.53	13.40	13.55	13.54	13.47	13.51
6		14.24	12.79	14.14	14.12	13.31	13.02	13.57	13.44	13.23	13.40	13.42	13.33	13.36
7		13.29	12.39	13.96	13.86	13.28	12.65	13.26	13.27	12.95	13.11	13.19	13.07	13.09
8		11.87	12.01	13.60	13.71	13.27	12.19	12.95	13.11	12.65	12.80	12.96	12.80	12.80
9		11.16	11.75	13.53	13.62	13.26	11.96	12.79	13.03	12.49	12.64	12.83	12.66	12.65
10		11.09	11.70	13.36	13.48	13.23	11.87	12.68	12.95	12.41	12.54	12.75	12.58	12.56
11		11.04	11.66	13.54	13.45	13.22	11.88	12.67	12.94	12.41	12.54	12.74	12.58	12.56
12	11.02	11.66	13.37	13.25	13.21	11.80	12.53	12.87	12.33	12.43	12.65	12.49	12.46	

CODIGO_EST	FCH_CRUC	MES	AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
BCC-1				16.27	16.04	15.26	14.93	13.08	12.60	12.52	12.39	11.85	10.91													
BCC-3				16.20	15.38	14.84	14.66	14.64	14.58	14.24	13.29	11.87	11.16	11.09	11.04	11.02	10.74	10.60								
BTB-1				15.51	15.12	13.26	12.52	12.36	12.34	12.32	12.19	12.02	11.68													
BTB-4				16.15	14.55	13.47	12.90	12.68	12.53																	
BLL-2				15.95	15.47	14.78	14.21	13.87	13.38	12.52																
BLL-5				14.95	14.42	13.77	13.61	13.43	13.36	13.25	13.15	13.03	12.93	12.75	12.68											
BCL-1				14.71	14.62	14.52	14.49	14.39	14.24	13.94	13.95	13.98	12.94													
BCL-3				14.64	14.47	14.32	14.24	14.05	14.02	13.98	13.95	13.87	13.89	13.87	13.77	13.60	13.55	13.51	13.48	13.36	12.88	12.67	12.28	12.03	11.81	11.80

Figura 193. Comparación tabla de origen (a) y tabla normalizada (b) temperatura del mar.

Salinidad

a)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Variable	Salinidad (psu)													
2	Estacion														
3	BCC-1	Prof	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13
4		0	34.71	32.47	32.19	31.96	32.71	31.75	31.86	32.28	32.02	31.94	32.11	32.06	32.00
5		1	34.68	33.15	32.11	32.25	32.78	31.98	32.12	32.45	32.21	32.16	32.31	32.26	32.21
6		2	34.67	34.00	32.46	32.49	32.79	32.05	32.27	32.53	32.29	32.28	32.41	32.35	32.31
7		3	34.68	34.42	32.71	32.55	32.97	32.10	32.33	32.65	32.37	32.35	32.50	32.44	32.39
8		4	34.63	34.86	32.89	32.91	33.06	32.17	32.54	32.80	32.49	32.51	32.66	32.57	32.54
9		5	34.75	34.94	33.13	33.25	33.23	32.25	32.75	32.99	32.62	32.69	32.84	32.73	32.71
10		6	34.81	34.92	33.44	33.48	33.37	32.33	32.91	33.14	32.73	32.82	32.98	32.86	32.84
11		7	34.80	34.94	33.64	33.61	33.43	32.41	33.01	33.22	32.62	32.91	33.07	32.94	32.93
12		8	34.69	34.91	34.19	34.38	33.46	32.48	33.43	33.45	32.96	33.20	33.32	33.14	33.17
13	9	34.79	34.93	34.25	34.39	33.50	32.56	33.48	33.49	33.02	33.25	33.37	33.20	33.22	
14	BCC-3	0	33.08	32.77	31.02	31.70	32.68	32.18	31.94	32.31	32.25	32.09	32.20	32.22	32.16
15		1	34.65	33.37	31.84	32.10	32.71	32.33	32.22	32.46	32.40	32.31	32.39	32.39	32.35
16		2	34.75	34.44	32.52	32.16	32.73	32.72	32.44	32.59	32.65	32.55	32.57	32.61	32.58
17		3	34.84	34.94	32.90	32.29	32.80	32.95	32.62	32.71	32.83	32.73	32.72	32.78	32.75
18		4	34.84	34.80	33.40	32.72	32.96	33.14	32.93	32.95	33.05	32.99	32.97	33.01	33.00
19		5	34.84	34.93	33.71	33.15	33.22	33.37	33.25	33.24	33.31	33.28	33.26	33.28	33.28
20		6	34.79	34.76	33.87	33.68	33.34	33.49	33.58	33.46	33.48	33.53	33.50	33.49	33.51
21		7	34.52	34.92	34.02	33.92	33.45	33.57	33.74	33.60	33.58	33.66	33.63	33.61	33.63
22		8	34.70	34.92	34.18	34.15	33.52	33.69	33.92	33.72	33.71	33.81	33.77	33.74	33.78
23		9	34.84	34.99	34.27	34.35	33.56	33.80	34.08	33.82	33.81	33.94	33.88	33.85	33.89
24		10	34.87	34.98	34.29	34.33	33.69	33.83	34.08	33.89	33.86	33.97	33.93	33.89	33.93
25		11	34.85	34.97	34.35	34.36	33.73	33.85	34.11	33.92	33.89	34.00	33.96	33.92	33.96
26	12	34.83	34.98	34.38	34.41	33.77	33.87	34.14	33.96	33.92	34.03	33.99	33.95	33.99	

b)

CODIGO_EST	FCH_CRUC	MES	AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
BCC-1				34.71	34.68	34.67	34.68	34.63	34.75	34.81	34.80	34.69	34.79													
BCC-3				33.08	34.65	34.75	34.84	34.84	34.79	34.52	34.70	34.84	34.87	34.85	34.83	34.74	34.83									
BTB-1				34.50	34.62	34.65	34.80	34.83	34.83	34.86	34.84	34.83	34.88													
BTB-4				34.86	34.86	34.86	34.86	34.85	34.90																	
BLL-2				34.48	34.75	34.85	34.90	34.87	34.93	34.88																
BLL-5				34.48	34.89	34.90	34.90	34.90	34.90	34.92	34.87	34.89	34.89	34.88	34.91											
BCL-1				34.53	34.71	34.73	34.71	34.68	34.73	34.79	34.80	34.87	34.90													
BCL-3				34.41	34.54	34.59	34.61	34.65	34.68	34.68	34.69	34.77	34.76	34.77	34.76	34.83	34.84	34.86	34.85	34.76	34.84	34.87	34.85	34.69	34.86	34.88

Figura 194. Comparación tabla de origen (a) y tabla normalizada (b) salinidad.

Toxinas

a)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1							0= ausencia			
2							1=presencia			
3	Crucero	Mes	Sector	Estacion	codigo	Transvector	VAM	VPM	VDM	TIEMPO DE MUERTE (HORAS)
4	Cr1	1	Bahía Colcura	Bahía Colcura 1	BCC-1	Cholga	0	0	0	
5	Cr1	1	Bahía Tubul	Bahía Tubul 1	BTB-1	Chorito	0	0	0	
6	Cr1	1	Bahía Ilico	Bahía Ilico 1	BLL-1	Cholga	0	0	1	21
7	Cr1	1	Bahía Coliumo	Bahía Coliumo 1	BCL-1	Cholga	0	0	1	16
8	Cr2	2	Bahía Colcura	Bahía Colcura 1	BCC-1	Cholga	0	0	1	21
9	Cr2	2	Bahía Tubul	Bahía Tubul 1	BTB-1	Chorito	0	0	0	
10	Cr2	2	Bahía Ilico	Bahía Ilico 1	BLL-1	Cholga	0	0	0	
11	Cr2	2	Bahía Coliumo	Bahía Coliumo 1	BCL-1	Cholga	0	0	1	3
12	Cr3	3	Bahía Colcura	Bahía Colcura 1	BCC-1	Cholga	0	0	1	18
13	Cr3	3	Bahía Tubul	Bahía Tubul 1	BTB-1	Chorito	0	0	1	20
14	Cr3	3	Bahía Ilico	Bahía Ilico 1	BLL-1	Cholga	0	0	1	21
15	Cr3	3	Bahía Coliumo	Bahía Coliumo 1	BCL-1	Cholga	0	0	1	21
16	Cr4	4	Bahía Colcura	Bahía Colcura 1	BCC-1	Cholga	0	0	0	
17	Cr4	4	Bahía Tubul	Bahía Tubul 1	BTB-1	Chorito	0	0	0	
18	Cr4	4	Bahía Ilico	Bahía Ilico 1	BLL-1	Cholga	0	0	0	
19	Cr4	4	Bahía Coliumo	Bahía Coliumo 1	BCL-1	Cholga	0	0	1	16
20	Cr5	5	Bahía Colcura	Bahía Colcura 1	BCC-1	Cholga	0	0	0	
21	Cr5	5	Bahía Tubul	Bahía Tubul 1	BTB-1	Chorito	0	0	1	16
22	Cr5	5	Bahía Ilico	Bahía Ilico 1	BLL-1	Cholga	0	0	0	
23	Cr5	5	Bahía Coliumo	Bahía Coliumo 1	BCL-1	Cholga	0	0	0	
24	Cr8	8	Bahía Colcura	Bahía Colcura 1	BCC-1	Cholga	0	0	0	
25	Cr8	8	Bahía Tubul	Bahía Tubul 1	BTB-1	Chorito	0	0	0	

b)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	CODIGO_EST	FCH_CRUC	MES	AÑO	RECURSO	VAM	VPM	VDM	MUERTE_HRS
2	BCC-1	17-01-2015	ENERO		2015 Cholga	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	
3	BTB-1	19-01-2015	ENERO		2015 Chorito	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	
4	BLL-1	19-01-2015	ENERO		2015 Cholga	AUSENCIA	AUSENCIA	PRESENCIA	21
5	BCL-1	18-01-2015	ENERO		2015 Cholga	AUSENCIA	AUSENCIA	PRESENCIA	16
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									

Figura 195. Comparación tabla de origen (a) y tabla normalizada (b) toxinas.

REPORTE DE OBSERVACIONES Y ERRORES EN LA REVISIÓN DE LA BASE DE DATOS GENERAL: POR VARIABLE DE ESTUDIO.

Abundancia relativa

a)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
2	Abundancia relativa de especies tóxicas y potencialmente tóxicas en la región de Aysén durante el 06 crucero de Agosto - Septiembre de 2010.											
3	Estación	Localidad	Fecha	<i>Alexandrium catenella</i>	<i>Dinophysis acuminata</i>	<i>Dinophysis acuta</i>	<i>Pseudo-nitzschia cf. australis</i>	<i>Pseudo-nitzschia cf. pseudodelicatissima</i>	<i>Alexandrium ostenfeldii</i>	<i>Prorocentrum reticulatum</i>	<i>Prorocentrum crassaipes</i>	<i>Prorocentrum micans</i>
4	A01	I. Virginia-B. Low	05-sep.-10	1	1	0	1	1	0	1	0	0
5	A02	Repollal-C. Puquitrn	05-sep.-10	0	1	0	0	1	1	0	0	0
6	A03	Pto. Bamientos	06-sep.-10	0	1	0	0	1	0	1	0	0
7	A04	I. Julia-G. Peligroso	05-sep.-10	1	1	0	1	2	1	1	0	0
8	A05	I. Ovalada	06-sep.-10	0	0	0	0	2	0	1	0	0
9	A06N1	I. Valverde	06-sep.-10	1	1	0	0	1	1	0	0	0
10	A06	Laja Brazo Pillán 1	01-sep.-10	0	1	0	0	0	0	0	0	0
11	A07	Canal	01-sep.-10	0	1	0	0	0	0	0	0	0
12	A08	Repollal-E. Las Islas	01-sep.-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	A08N1	Mallín	01-sep.-10	0	0	0	0	0	1	0	0	0
14	A08N2	Playa Corta	31-ago.-10	0	0	0	0	1	0	0	0	0
15	A09	Sto. Domingo	31-ago.-10	0	0	0	0	1	0	0	0	0
16	A10	Añihue	31-ago.-10	0	0	0	0	1	1	1	0	0
17	A10N1	Añihue inferior	31-ago.-10	0	0	0	0	0	1	1	0	0
18	A11	Melinoju	31-ago.-10	0	0	0	0	1	1	0	0	0
19	A12	S. Gata	02-sep.-10	0	1	0	0	0	0	0	0	0
20	A12N1	S. Gata inferior	02-sep.-10	0	1	0	0	0	0	1	0	0
21	A13	I. Tolo	02-sep.-10	0	0	0	0	1	0	0	0	0
22	A14	S. Millar	02-sep.-10	1	1	0	1	1	1	0	0	0
23	A15	I. Manuel	02-sep.-10	0	0	1	0	2	0	0	0	0
24	A16	I. Gama Zafarza-C. Yacaf	02-sep.-10	1	1	0	2	2	1	1	0	0
25	A17	I. Bobadilla-S. Soto	02-sep.-10	1	1	0	1	2	0	1	0	0
26	A18	Pta. Cálqueman	31-ago.-10	2	0	0	0	1	0	0	0	0
27	A18N1	Isla Albio	29-ago.-10	0	0	0	2	2	1	0	0	0
28	A18N2	S. Canalad	29-ago.-10	0	1	0	0	1	0	0	0	0
29	A18N3	S. Medio	03-sep.-10	1	0	0	0	0	0	0	0	0
30	A19	S. Magdalena	03-sep.-10	0	0	1	2	2	0	0	0	0
31	A19N1	S. Ventisquero 1	03-sep.-10	0	0	0	0	1	0	0	0	0
32	A19N2	S. Ventisquero 2	03-sep.-10	0	1	0	0	2	0	0	0	0

b)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	CODIGO_EST	FCH_CRUC	MES	AÑO	AL_CAT	DINO_ACUM	DINO_ACUT	PSEUDO_AUST	PSEUDO_PSEUD	PROTO_RETI	AL_OSTEN	PROTO_CRAS	PRORO_MIC
2	L01	25-04-2010	ABRIL	2010	0	2	0	1	3	0	1	0	0
3	L02	29-04-2010	ABRIL	2010	0	6	0	0	1	0	0	0	0
4	L02N1	29-04-2010	ABRIL	2010	0	5	0	0	2	0	0	0	1
5	L02N2	30-04-2010	ABRIL	2010	0	2	0	0	0	0	0	0	1
6	L02N3	29-04-2010	ABRIL	2010	0	7	0	0	0	0	0	0	0
7	L02N4	30-04-2010	ABRIL	2010	0	3	0	0	0	0	0	0	0
8	L03	28-04-2010	ABRIL	2010	0	2	0	0	2	1	1	0	0
9	L03N1	29-04-2010	ABRIL	2010	0	4	0	0	0	0	0	0	0
10	L04	24-04-2010	ABRIL	2010	0	1	0	3	4	0	1	0	0
11	L04N1	25-04-2010	ABRIL	2010	0	2	0	0	3	0	1	0	0
12	L04N2	25-04-2010	ABRIL	2010	0	0	0	1	2	0	1	0	0
13	L04N3	24-04-2010	ABRIL	2010	0	1	0	5	5	0	1	0	0
14	L04N4	24-04-2010	ABRIL	2010	0	1	0	4	5	1	1	0	0
15	L05	27-04-2010	ABRIL	2010	0	9	0	2	3	0	1	0	0
16	L06	27-04-2010	ABRIL	2010	0	3	0	0	0	0	0	0	0
17	L06N1	28-04-2010	ABRIL	2010	0	3	0	0	2	0	1	0	0
18	L07	21-04-2010	ABRIL	2010	0	1	0	1	2	0	1	0	0
19	L08	21-04-2010	ABRIL	2010	0	1	0	4	7	0	0	0	0
20	L09	21-04-2010	ABRIL	2010	0	0	0	2	3	0	0	0	0
21	L10	21-04-2010	ABRIL	2010	1	0	0	1	5	0	1	0	0
22	L10N1	20-04-2010	ABRIL	2010	0	0	0	1	2	0	0	0	0
23	L10N2	20-04-2010	ABRIL	2010	0	0	0	1	3	0	1	0	0
24	L10N3	20-04-2010	ABRIL	2010	0	1	0	2	3	0	2	0	0

Figura 196. Comparación tabla de origen (a) y tabla normalizada ingresada al SIG (b) para la variable abundancia relativa.

Temperatura ambiente (aire)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Temperatura ambiente (°C)										
2	Estacion	Localidad	07 feb-11 mar 10	22 mar-02 abr 10	11 abr-02 may 10	12 -31 may 10	30 jun-26 jul 10	16 ago-08 sep 10	03 -23 oct 10	03 -25 nov 10	03 -19 dic 10
3	A01	I. Virginia-B. Low	14,0	10,4	15,8	10,8	12,2	15,0	12,2	15,8	14,2
4	A02	Repollal-C. Puquifin	13,1	10,3	11,0	9,9	10,3	13,5	12,4	17,2	15,6
5	A03	Pto. Barrientos	13,0	12,0	11,9	9,0	8,8	8,2	11,1	23,5	10,6
6	A04	I. Julia-G. Peigroso	13,0	15,8	13,3	10,7	6,5	13,1	10,6	26,0	14,4
7	A05	I. Ovalada	12,8	11,7	12,9	10,8	6,8	10,8	11,6	22,3	14,0
8	A05N1	I. Valverde	12,9	19,4	12,1	11,2	10,8	10,2	13,3	18,5	12,1
9	A06	Laja Brazo Pillán 1	20,8	24,9	11,7	5,7	3,2	4,6	10,4	11,5	12,7
10	A07	Canal	21,4	17,5	15,3	8,7	9,3	10,8	20,4	11,8	14,6
11	A08	Repollal - E. Las Islas	26,1	21,0	11,8	8,1	9,2	12,4	19,4	11,3	13,5
12	A08N1	Nollin	21,5	20,0	17,0	8,7	16,0	10,2	19,6	11,6	12,6
13	A08N2	Playa Corta	17,7	17,8	14,2	11,9	9,1	6,8	21,6	16,1	16,9
14	A09	Sto. Domingo	17,7	13,0	11,6	14,2	8,2	6,9	10,5	12,4	15,4
15	A10	Añihué	17,7	14,3	12,7	14,5	7,5	6,5	11,2	14,7	16,0
16	A10N1	Añihué Interior	17,8	14,1	13,8	11,9	9,4	7,1	11,3	15,2	16,7
17	A11	Maimoyu	15,7	14,7	13,1	10,2	8,3	6,7	10,7	14,5	15,4
18	A12	S. Gala	17,7	18,1	14,7	10,1	5,2	7,6	20,1	11,9	10,2
19	A12N1	S. Gala Interior	18,3	17,2	14,8	10,4	2,5	7,1	21,0	10,7	9,7
20	A13	I. Toto	22,4	18,3	13,5	10,6	6,5	11,6	20,6	16,2	11,5
21	A14	S. Miller	22,4	20,0	11,7	13,8	7,3	19,8	16,4	14,9	10,4
22	A15	I. Manuel	23,2	25,4	13,2	11,5	8,8	12,0	18,8	18,4	10,7
23	A16	I. Gama Zafarlu-C. Yacaf	22,9	19,5	12,7	11,5	10,4	9,7	15,2	15,5	10,8
24	A17	I. Bobadilla-S. Solo	21,1	22,7	12,1	11,1	18,8	9,5	22,5	21,5	10,3
25	A18	Pta. Calkeman	17,3	12,7	13,1	10,7	7,8	3,8	14,5	13,5	21,1
26	A18N1	Isla Atiko	23,1	19,0	14,7	8,2	8,8	5,8	12,6	12,1	11,5
27	A18N2	Seno Canalad	16,8	15,9	11,5	13,2	9,5	10,4	15,2	11,9	14,9
28	A18N3	Seno Medio	15,7	12,2	7,8	14,1	11,7	8,1	8,7	12,7	17,3
29	A19	S. Magdalena	23,4	20,3	11,4	9,7	12,9	13,2	13,6	25,3	9,8
30	A19N1	Seno Ventisquero 1	18,1	16,4	12,3	8,5	5,3	12,5	19,5	12,1	10,3
31	A19N2	Seno Ventisquero 2	27,9	17,8	13,1	7,6	11,5	11,7	12,9	13,1	11,6
32	A19N3	Seno Queulat	29,8	19,2	11,3	9,2	14,4	12,6	12,0	14,2	10,7
33	A20	Faro Marta-C. Puyuhuapi	15,1	16,7	15,8	10,3	6,3	7,5	15,5	20,9	7,3
34	A21	Pto. Amparo	19,7	16,8	11,9	9,1	10,3	10,4	12,2	10,4	6,5
35	A22	I. Sn. Andrés	20,2	14,9	11,0	10,1	20,4	14,2	12,7	11,3	8,5

a)

	A	B	C	D	E	F
1	CODIGO_EST	FCH_CRUC	MES	AÑO	T_C	
2	A01	26-07-2010	JULIO	2010	12,2	
3	A02	26-07-2010	JULIO	2010	10,3	
4	A03	26-07-2010	JULIO	2010	8,8	
5	A04	26-07-2010	JULIO	2010	6,5	
6	A05	26-07-2010	JULIO	2010	6,8	
7	A05N1	26-07-2010	JULIO	2010	10,8	
8	A06	26-07-2010	JULIO	2010	3,2	
9	A07	26-07-2010	JULIO	2010	9,3	
10	A08	26-07-2010	JULIO	2010	9,2	
11	A08N1	26-07-2010	JULIO	2010	16,0	
12	A08N2	26-07-2010	JULIO	2010	9,1	
13	A09	26-07-2010	JULIO	2010	8,2	
14	A10	26-07-2010	JULIO	2010	7,5	
15	A10N1	26-07-2010	JULIO	2010	9,4	
16	A11	26-07-2010	JULIO	2010	8,3	

b)

Figura 197. Comparación tabla de origen (a) y tabla normalizada ingresada al SIG (b) para la variable temperatura ambiente.

Viento

		Crucero 1	Crucero 2	Crucero 3	Crucero 4	Crucero 05
Estación	Localidad	26feb-19mar	02abr-05may	10may-11jun	17jun-11jul	20jul-30ago
A01	Isla VirginiaBahia Low	315	45	135	45	315
A02N1	Repotial Bajo-Canal Puquín	270	45	CALMA	0	157.5
A03	Puerto Bamentos	270	135	315	0	180
A03N1	Canal Tuamapu	270	135	315	22.5	180
A05N1	Isla Valverde	225	180	315	337.5	315
A05N2	Islas Broken	225	45	225	315	135
A09	Santo Domingo	180	135	315	225	225
A10	Añihué	CALMA	135	45	225	225
A11	Melimoyu	225	180	CALMA	180	225
A12	Seno Gala	315	225	45	135	180
A13	Isla Toto	0	225	45	135	180
A14	Seno Miller	315	225	45	180	247.5
A15	Isla Manuel	315	90	45	90	270
A16	Isla Gama Zanaru-Canal Yacaf	315	90	0	112.5	270
A16N1	Punta Apablaza	45	180	CALMA	112.5	315
A17	Isla Bobedilla-Seno Soto	315	90	45	90	270
A18	Punta Calquemán	180	315	0	45	135
A18N1	Isla Atlio	315	135	315	135	247.5
A18N2	Seno Canalad	180	0	270	315	270
A18N3	Seno Medio	180	0	45	315	270
A18N4	Canal Moralesda 3	180	180	270	270	180
A19	Seno Magdalena	315	135	CALMA	135	45
A19N1	Seno Ventsquero 1	0	180	45	180	315
A19N2	Seno Ventsquero 2	0	180	CALMA	180	315
A20	Faro Marta-Canal Puyuhuari	270	135	CALMA	90	22.5
A20N1	Uspallante	270	225	0	45	0

CODIGO_EST	FCH_CRUC	MES	AÑO	DIRECCION	V_MS
A02	16-feb.-15	FEBRERO	2015	180	1.35
A04	16-feb.-15	FEBRERO	2015	180	2.86
A04N1	16-feb.-15	FEBRERO	2015	180	5.96
A05	16-feb.-15	FEBRERO	2015	180	2.39
A11N1	16-feb.-15	FEBRERO	2015	180	6.14
A34	16-feb.-15	FEBRERO	2015	180	2.73
L18	17-feb.-15	FEBRERO	2015	180	0.9
L18N2	15-feb.-15	FEBRERO	2015	180	1.17
L19	15-feb.-15	FEBRERO	2015	180	1.04
L19N2	17-feb.-15	FEBRERO	2015	180	1.94
L19N3	15-feb.-15	FEBRERO	2015	180	2.18
L19N4	15-feb.-15	FEBRERO	2015	225	2.37
L20	17-feb.-15	FEBRERO	2015	180	1.19
L20N1	15-feb.-15	FEBRERO	2015	180	1.29
L22	17-feb.-15	FEBRERO	2015	180	1.31
L23	17-feb.-15	FEBRERO	2015	180	1.9
L24	17-feb.-15	FEBRERO	2015	180	1.18
A06	15-feb.-15	FEBRERO	2015	225	0.31
A07	15-feb.-15	FEBRERO	2015	225	0.98

Figura 198. Comparación tabla de origen (superior) y tabla normalizada ingresada al SIG (inferior) para la variable viento. (Modificaciones principalmente en las codificaciones de las variables registradas).

Salinidad y temperatura del mar

Formato de tablas entregadas											
Estación M04: Canal Adalberto											
Temperatura °C											
Cruceros	10-may-06	24-jun-06	27-jul-06	26-ago-06	02-oct-06	25-oct-06	01-nov-06	18-dic-06	23-ene-07	14-feb-07	
Prof. (m)											
0	9,2	9,2	9,0	9,3	9,2	9,2	8,3	9,9	S/n	10,0	
5	9,8	9,3	9,3	9,3	9,3	9,1	8,3	8,9	S/n	9,9	
10	9,9	9,3	9,2	9,3	9,3	9,2	8,4	9,0	S/n	9,9	
20	10,0	9,2	9,3	9,3	9,3	9,2	8,3	8,9	S/n	9,9	
30	9,7	9,2	9,2	9,3	9,3	9,3	8,3	8,9	S/n	9,8	
40	9,6	9,2	9,2	9,3	9,3	9,3	8,7	8,9	S/n	9,9	
50	9,5	9,1	9,2	9,3	9,3	9,3	8,7	8,9	S/n	9,9	
75	9,1	9,2	9,2	9,3	9,3	9,4	8,8	9,0	S/n	9,7	
100	8,9	9,3	9,2	*	9,3	9,3	8,8	9,1	S/n	9,7	

Formato de Tablas estandarizadas												
CODIGO_EST	FCH_CRUC	MES	ANO	S_0	S_5	S_10	S_20	S_30	S_40	S_50	S_75	S_100
M04	10-may-06	MAYO	2006	9,2	9,8	9,9	10,0	9,7	9,6	9,5	9,1	8,9
M05	10-may-06	MAYO	2006	9,4	10,0	10,1	10,1	9,7	9,5	9,3		
M06	09-may-06	MAYO	2006	9,4	9,7	10,1	10,2	10,0	9,5	9,1		
M01N	09-may-06	MAYO	2006	8,9	10,0	10,1	10,7	10,9	10,9			
M02N	09-may-06	MAYO	2006	9,5	10,1	10,2	10,4	10,1	10,0	10,1		
M03N	09-may-06	MAYO	2006	9,4	9,9	10,1	10,2	10,0	9,4	9,2		
M07	09-may-06	MAYO	2006	8,8	8,8	8,7	10,4	10,9	10,8	10,6		
M24N	09-may-06	MAYO	2006	8,1	7,8	7,7	10,1	10,7	10,7	10,5		
M08	08-may-06	MAYO	2006	8,0	8,0	8,2	8,3	8,9	11,1	11,0		
M25N	08-may-06	MAYO	2006	9,4	9,4	9,5	10,0	10,6	10,6			

Figura 199. Comparación formato de tablas entregadas y tablas estandarizadas ingresada al SIG para las variables salinidad y temperatura del mar.

Reporte de errores datos salinidad y temperatura del mar

2006-2007: Se identificaron registros de temperatura del mar y salinidad que no contienen fecha ni datos, los cuales se observan en los cruceros (C) 1-2-3-4-6-7-8-10 (Figura 200).

CODIGO_EST	FCH_CRUC	MES	AÑO	S_0	S_5	S_10	S_20	S_30	S_40	S_50	S_75	S_100
L01	19-may-06	MAYO	2006	9,8	11,5	11,3						
L02	19-may-06	MAYO	2006	9,1	11,9	11,9						
L02N1	18-may-06	MAYO	2006	10,1	11,9	11,8	11,4	11,3				
L02N2	18-may-06	MAYO	2006	8,9	11,8	11,9	11,6	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3
L02N3	18-may-06	MAYO	2006	9,1	11,4	11,8	11,6					
L18N1												
L03	20-may-06	MAYO	2006	10,1	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2		
L03N1												
L04	20-may-06	MAYO	2006	10,4	11,3	11,4	11,6	11,6				
L05	04-may-06	MAYO	2006	12,7	12,2	12,1						

Figura 200. Registros de salinidad y temperatura del mar con ausencia de datos para el año 2006.

Para las tablas donde no se identificó la fecha exacta, ésta se obtuvo de la tabla *fecha disponible*. De no contar con ésta, se utilizaron las fechas identificadas en la tabla *Abundancia relativa* de cada variable.

Para la Región de Aysén, se identificó en ambos registros (salinidad y temperatura del mar) un solo dato de medición para cada estación por crucero (Figura 201), por lo que este único dato

no está asociado a ningún perfil ni estrato. Además, las fechas de toma de muestra para esta región se debieron identificar en la tabla de *abundancia relativa*.

CODIGO_EST	FCH_CRUC	MES	AÑO	S_0	S_5	S_10	S_20	S_30	S_40	S_50	S_75	S_100
A01	12-may-06	MAYO	2006	10,8								
A02	13-may-06	MAYO	2006	10,9								
A04	17-may-06	MAYO	2006	10,7								
A05	14-may-06	MAYO	2006	10,8								
A06	18-may-06	MAYO	2006	9,6								
A07	18-may-06	MAYO	2006	9,8								
A08	18-may-06	MAYO	2006	9,2								
A09	18-may-06	MAYO	2006	10,5								
A10	18-may-06	MAYO	2006	10,2								
A11	18-may-06	MAYO	2006	10,7								

Figura 201. Tabla de salinidad con presencia de solo un dato para el año 2006.

2007-2008: Se identificaron registros comprendidos entre las tablas de temperatura del mar y salinidad que no contienen fecha ni datos, estos registros están en los cruceros 5-6-7-8-9-10 (Figura 202).

CODIGO_EST	FCH_CRUC	MES	AÑO	S_0	S_5	S_10	S_20	S_30	S_40	S_50	S_75	S_100
L01	1-abr-08	ABRIL	2008	15,0	14,1	12,6	11,4					
L02	29-mar-08	MARZO	2008	15,6	14,7	13,5						
L02N1												
L02N2												
L02N3												
L02N4	28-mar-08	MARZO	2008	16,8	13,5	12,6	11,1					
L03												
L03N1												
L04	2-abr-08	ABRIL	2008	14,1	12,7	12,7	12,4					

Figura 202. Registros de salinidad y temperatura del mar con ausencia de datos para el año 2008.

2008-2009: Utilizando la tabla de *Abundancia Relativa*, se corrige la fecha de muestreo de los cruceros, los cuales presentaban errores en los meses de medición.

2012: Utilizando la tabla *Fecha de muestreo*, se corrige la fecha de muestreo de los cruceros, los cuales presentaban errores en los meses de medición. Se corrige la codificación de la estación *Isla Broken*, debido a que en las tablas se identifica con la codificación de la estación *Isla Olga*.

2013: Se corrigen los datos del C14, estación L19N3, debido a que los datos de la temperatura se encontraban reportados en los datos de la salinidad y viceversa (Figura 203).

Estación L19N3: Golfo Corcovado										
Cruceros	26-mar.-13	8-abr.-13	S/M	30-jul.-13	12-ago.-13	22-ago.-13	30-ago.-13	26-sep.-13	4-oct.-13	11-oct.-13
Prof (m)										
0	11,7	11,0	S/M	9,8	9,8	9,4	9,6	32,8	10,0	10,2
5	11,8	10,9	S/M	9,9	9,8	9,4	9,5	32,8	9,8	10,1
10	11,7	10,7	S/M	9,9	9,9	9,4	9,4	32,8	9,8	10,0
20	11,6	10,6	S/M	9,9	9,8	9,4	9,4	32,8	9,7	9,9
30	11,5	10,5	S/M	9,9	9,9	9,4	9,4	33,0	9,6	9,8
40	*	10,5	S/M	9,9	9,9	9,5	9,4	33,0	9,6	9,7
50	*	10,3	*	9,9	9,8	9,5	9,4	33,0	9,6	*
75	*	10,3	*	9,9	*	*	*	*	*	*
100	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Cruceros	26-mar.-13	8-abr.-13	S/M	30-jul.-13	12-ago.-13	22-ago.-13	30-ago.-13	26-sep.-13	4-oct.-13	11-oct.-13
Prof (m)										
0	33,7	33,8	S/M	33,4	32,2	32,4	33,3	9,8	32,7	32,7
5	33,8	33,8	S/M	33,4	32,3	32,7	33,3	9,8	32,9	32,7
10	33,9	33,8	S/M	33,4	32,9	32,8	33,4	9,8	33,1	32,9
20	33,9	33,9	S/M	33,4	33,0	33,0	33,4	9,7	33,4	33,0
30	33,9	33,9	S/M	33,4	33,2	33,0	33,5	9,7	33,4	33,1
40	*	34,0	S/M	33,5	33,3	33,1	33,6	9,7	33,4	33,3
50	*	34,0	*	33,5	*	33,1	33,6	9,7	33,4	*
75	*	34,0	*	33,6	*	*	*	*	*	*

Figura 203. Inversión de datos de salinidad y temperatura del año 2013 para la estación L19N3.

2014-2015: Se corrige fecha de muestra en cruceros los cuales tenían erróneo el mes de medición, se corrige en base a la tabla *Fechas - X - 1-11 Reg - 2014-15*.

Se corrige año reportado de la toma de muestra, se corrobora la información con la tabla *Fechas - X - 1-11 Reg - 2014-15*.

Se corrigen los datos del crucero 6 en la estación L02N3 debido a que los datos de la temperatura se encontraban reportados en los datos de la salinidad y viceversa (Figura 204).

Estación L02N3: Marimeli											
Temperatura °C											
Cruceros	22-mar.-14	1-may.-14	7-jun.-14	9-jul.-14	16-ago.-14	5-sep.-14	5-oct.-14	8-nov.-14	7-dic.-14	#####	5-feb.-15
Prof (m)											
0	9,1	10,6	6,7	7,2	9,1	0,5	11,0	10,7	14,2	11,5	13,8
5	14,4	12,0	10,9	10,2	9,5	31,0	11,4	11,1	13,6	16,9	18,3
10	12,9	11,7	11,0	10,9	10,5	31,7	10,9	11,9	11,7	13,6	14,7
20	11,4	11,3	11,1	11,0	10,6	32,1	10,8	11,4	11,0	11,3	11,7
30	11,3	11,2	11,1	11,0	10,7	32,3	10,8	11,0	10,9	11,0	11,2
40			11,1	11,0	10,7	32,4	10,8				
50											

Salinidad (psu)											
Cruceros	22-mar.-14	1-may.-14	7-jun.-14	9-jul.-14	16-ago.-14	5-sep.-14	5-oct.-14	8-nov.-14	7-dic.-14	#####	5-feb.-15
Prof (m)											
0	2,1	15,1	3,3	7,5	11,6	9,2	1,1	2,1	1,3	0,8	2,3
5	17,1	29,0	30,6	28,8	16,2	11,1	29,8	14,7	28,8	13,9	17,3
10	30,2	31,6	31,8	32,0	30,7	10,8	31,8	29,1	31,7	30,8	30,6
20	32,3	32,7	32,4	32,6	32,0	10,7	32,1	31,5	32,3	32,2	32,2
30	32,4	33,0	32,5	32,7	32,3	10,7	32,2	32,0	32,4	32,4	32,3
40			32,7	32,7	32,4	10,7	32,3				
50											

Figura 204. Inversión de datos de salinidad y temperatura del año 2014 para la estación L02N3. Oxígeno disuelto

Oxígeno (mg L ⁻¹)										
Cruceros	03-dic-08	21-ene-09	11-mar-09	14-abr-09	27-may-09	23-jul-09	01-sep-09	07-oct-09	22-nov-09	07-dic-09
Prof (m)										
0	S/n	S/n	S/n	7,9	7,8	7,0	7,8	7,7	8,1	9,5
5	S/n	S/n	S/n	7,7	8,5	7,2	8,0	7,4	9,6	8,2
10	S/n	S/n	S/n	7,6	8,1	7,0	7,9	7,3	9,6	7,5
20	S/n	S/n	S/n	7,5	8,1	6,9	7,8	7,2	9,1	7,2
30	S/n	S/n	S/n	*	8,1	6,9	7,9	7,2	8,8	7,2
40	S/n	S/n	S/n	*	8,1	6,8	7,6	7,1	8,6	7,1
50	S/n	S/n	S/n	*	8,0	6,8	7,3	7,0	8,4	7,1
75	S/n	S/n	S/n	*	*	*	7,1	6,9	8,1	7,2
100	S/n	S/n	S/n	*	*	*	*	*	*	*

CODIGO_EST	FCH_CRUC	MES	AÑO	OX_0	OX_5	OX_10	OX_20	OX_30	OX_40	OX_50	OX_75	OX_100
L01	11-05-09	MAYO	2009	8,03	7,52	6,27	5,56					
L02N1	07-05-09	MAYO	2009	8,95	8,89	8,02	6,13	5,21				
L02N2	07-05-09	MAYO	2009	9,1	8,36	7,33	5,55	4,99	4,72	4,56	4,36	4,27
L02N3	07-05-09	MAYO	2009	9,24	9,51	8,18	5,98	5,29				
L02N4	07-05-09	MAYO	2009	8,58	7,71	6,63	5,22					
L03	13-05-09	MAYO	2009	8,58	7,88	7	6,36	6,12				
L03N1	07-05-09	MAYO	2009	9,04	9	8,02	5,82					
L04	11-05-09	MAYO	2009	7,83	7,53	7,26	7,23					
L05	12-05-09	MAYO	2009	7,57	7,98							
L06	12-05-09	MAYO	2009	8,24	8,11	7,74	7,3					
L06N1	13-05-09	MAYO	2009	8,7	8,85	8,42	7,21	6,36				
L07	30-04-09	ABRIL	2009	7,48	7,8	7,41	7,29					
L08	30-04-09	ABRIL	2009	7,78	7,23	7,16	7,19					
L09	30-04-09	ABRIL	2009	8,17	8,23	7,56	7,1					
L10	29-04-09	ABRIL	2009	8,15	8,16	8,1	7,87					
L10N1	29-04-09	ABRIL	2009	8,7	7,65	7,52	7,21					
L10N2	29-04-09	ABRIL	2009	7,65	6,83	6,69	6,93					
L10N3	29-04-09	ABRIL	2009	8,2	8,04	8	7,86					
L11	30-04-09	ABRIL	2009	7,73	7,95	7,68	7,21					
L12	28-04-09	ABRIL	2009	8,08	7,22	7,05	7,02					
L13	28-04-09	ABRIL	2009	8,07	7,43	7,32	7,17	7,05				
L14	28-04-09	ABRIL	2009	6,21	6,11	5,93	5,81	5,77	5,71	5,64	5,47	
L16	15-04-09	ABRIL	2009	7,93	7,45	7,08	7,03					

Figura 205. Comparación tabla de origen (superior) y tabla normalizada ingresada al SIG (inferior) para la variable oxígeno disuelto.

Reporte de errores datos oxígeno disuelto

2006-2007: No hay datos

2008-2009: En C1 solo existe información para la Región de Magallanes. No hay datos para la Región de Los Lagos en C2 y C3.

2011: Cruceros de la Región de Los Lagos no se encuentran separados por estrato (Figura 206)

Estación	Localidad	Temperatura (°C) 0-10	Temperatura (°C) 10-20	Salinidad 0-10	Salinidad 10-20	Clorofila-a 0-10	Clorofila-a 10-20	Oxígeno 0-10	Oxígeno 10-20	Disco Secchi
L01	Metri	15,61	12,77	30,49	31,84	0,14	0,09	9,91	8,67	9
L02	Yates	16,58	11,88	19,69	31,99			9,62	8,00	5
L02N1	Sotomó	16,57	12,38	20,92	31,75			9,72	8,39	8
L02N2	Cochamó	16,81	12,76	20,16	31,48			9,73	9,64	5
L02N3	Marimeil	16,60	12,56	21,31	31,67			9,43	8,49	4
L02N4	Pocoihuén	16,72	12,56	19,95	31,59			9,93	9,13	5
L03	Cta. La Arena	16,19	12,11	29,09	32,02	0,12	0,15	9,84	8,98	3
L03N1	Potrenillos	16,56	12,56	19,06	31,69			9,31	8,29	5
L04	Calbuco	13,39	12,82	32,20	32,31	0,57	0,53	9,04	8,52	6
L04N2	B. Ilique	15,17	12,24	30,90	32,00	0,11	0,61	9,94	9,04	4
L04N3	Chayahué	12,17	12,18	32,75	32,75	0,18	0,19	7,81	7,93	6
L04N4	I. Puitiqui	14,47	12,94	31,90	32,32	0,54	0,44	9,60	8,16	7
L05	Quelismahue	14,07	S/I	33,06	S/I	0,18	S/I	8,39	S/I	4,5
L06	Huelhue	13,45	13,18	32,25	32,42	0,11	0,09	9,01	7,77	4,5

Figura 206. Tabla original de oxígeno disuelto año 2011 sin separación por estrato.

2012-2013: Datos dudosos en C8 estación A08N1, estratos 5-10-20-30-40-50 (Figura 207)

Oxígeno (mg/l)										
Cruceros	27-mar-12	26-abr-12	2-jun-12	17-jul-12	27-ago-12	11-oct-12	18-nov-12	9-dic-12	14-ene-13	9-feb-13
Prof (m)										
0	9,3	9,8	9,9	9,5	10,3	10,7	11,7	6,5	9,0	8,8
5	9,0	10,0	9,1	8,8	9,4	9,4	11,3	18,4	8,8	8,6
10	8,7	9,7	8,0	8,0	8,8	8,8	10,7	23,1	8,6	8,6
20	7,2	8,5	7,1	7,6	8,2	8,1	8,5	23,5	7,9	8,0
30	6,6	8,0	6,9	7,6	8,1	7,9	7,9	23,8	7,6	7,5
40	6,5	7,8	6,9	7,3	8,1	7,8	7,6	24,0	7,3	7,3
50	6,8	7,8	6,6	7,4	8,1	7,7	7,9	24,1	7,0	7,1

Figura 207. Datos dudosos variable oxígeno disuelto en estratos 5 al 50 en crucero 8, año 2012.

2013-2014: Datos dudosos en C6 estación M34N1, estratos 0-5-10-20-30 (Figura 208); C29 estación L19N3, estrato 0, estación A05, estrato 0.

No hay datos en C28 para la Región de Aysén.

Oxígeno (mg/l)											
Cruceros	25-mar-13	25-abr-13	26-may-13	28-jun-13	31-jul-13	27-ago-13	3-oct-13	30-oct-13	20-nov-13	8-dic-13	9-ene-14
Prof (m)											
0	5,7	5,8	S/I	6,2	6,5	24,0	7,2	9,6	9,6	7,1	6,9
5	5,7	5,8	S/I	6,1	6,4	24,0	6,8	9,6	9,6	7,0	6,8
10	5,7	5,8	S/I	6,1	6,4	24,0	6,8	9,6	9,4	7,0	6,7
20	5,7	5,8	S/I	6,1	6,3	24,0	6,7	9,6	9,4	6,6	6,7
30	5,6	5,7	S/I	6,1	6,3	24,0	6,8	9,5	9,3	6,5	6,7
40	5,6	5,7	S/I	6,1	6,2	*	6,7	9,5	9,3	6,5	6,5
50	*	5,7	S/I	*	*	*	6,7	9,5	*	6,4	6,5

Figura 208. Datos dudosos variable oxígeno disuelto en estratos 0 al 30 en Crucero 6, año 2013.

2014-2015: Sin datos (solo las fechas) en C15, C26, C28, C29.

No hay datos en C19, C20, C22 y C23 para la Región de Los Lagos.

Clorofila a

a)



Estación: A01

Clorofila (mg m ⁻³)											
Cruceros	11-abr.-13	21-may.-13	5-jul.-13	27/jul./13	S/M	21/sep./13	10/oct./13	30/oct./13	26/nov./13	12/dic./13	17/ene./14
Prof(m)											
0	0.5	1.5	0.5	7.5	S/M	0.8	0.7	S/I	4.4	0.7	0.3
5	0.4	0.5	0.6	0.4	S/M	1.0	0.7	S/I	0.3	0.9	0.5
10	0.6	0.4	0.7	0.5	S/M	1.0	1.1	S/I	0.5	1.4	0.7
20	0.8	0.3	0.5	0.6	S/M	0.8	0.9	S/I	0.8	0.9	0.8
30	0.9	0.3	0.5	0.5	S/M	0.8	0.9	S/I	0.6	0.6	1.0
40	0.8	0.3	0.4	0.4	S/M	0.5	0.9	S/I	0.6	0.5	1.0
50	0.8	1.0	0.4	0.3	S/M	0.6	0.6	S/I	2.2	0.4	0.7

b)

CODIGO_EST	FCH_CRUC	MES	AÑO	CL_0	CL_5	CL_10
A05N1	16/01/14	enero	2014	0.5	1.2	2.2
A09	18/01/14	enero	2014	1.6	3.1	1.5
A10	18/01/14	enero	2014	1.1	1.4	2.5
A11	18/01/14	enero	2014	1.3	4.0	1.6
A12	18/01/14	enero	2014	1.7	7.5	2.8
A20N1	21/01/14	enero	2014	2.5	4.2	4.2
A22	22/01/14	enero	2014	3.8	4.0	3.4
A24	26/01/14	enero	2014	0.5	2.5	0.4
A27	25/01/14	enero	2014	4.4	8.1	7.0
A35	13/01/14	enero	2014	5.1	3.7	2.0
A36	14/01/14	enero	2014	2.7	3.1	2.0
A37	13/01/14	enero	2014	0.8	2.4	4.0
A38N2	13/01/14	enero	2014	0.8	1.2	0.9
A39	12/01/14	enero	2014	1.7	4.1	4.9

Figura 209. Ejemplo que muestra las tablas de origen a) y la tabla normalizada ingresada al SIG b) de la variable clorofila a.

Toxinas: Veneno amnésico y paralizante de los mariscos (VAM/VPM) y veneno diarreico de los mariscos (VDM) para especies centinelas.

Código	Latitud	Longitud	Estación	Recurso	1 - 22 may 06	9 jun - 11 jul 06	23 jul - 10 ago 06	26 ago - 9 sep 06	24 sep - 11 oct 06	15 oct - 5 nov 06	16 nov - 26 nov 06	15 dic 06 - 5 ene 07	10 - 26 ene 07	13 feb - 2 mar 07
A13	-44°15'07"	-73°12'33"	I. Teco	Cholga	S/M	S/M	S/M	ND	ND	ND	S/M	ND	ND	ND
A16	-44°23'50"	-72°49'13"	I. Gama Zañartu - C. Yacaf	Cholga	S/M	S/M	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
A20	-44°49'30"	-72°58'10"	Faro Mera-C. Puyulvas	Cholga	S/M	ND	ND	S/M	S/M	ND	S/M	ND	ND	ND
A24	-45°16'12"	-73°14'57"	Cerro Tomatas	Cholga	S/M	ND	ND	S/M	ND	ND	S/M	ND	ND	ND
A27	-45°45'50"	-73°29'26"	E. Guarezo	Cholga	S/M	ND	ND	S/M	S/M	ND	S/M	ND	ND	ND
A29	-45°56'41"	-73°34'17"	Dpto. Bonto	Cholga	S/M	ND	ND	ND	ND	ND	S/M	ND	ND	ND
A32	-45°11'57"	-73°30'44"	V. Virgata	Cholga	S/M	ND	S/M	S/M	ND	ND	S/M	ND	ND	ND
A36	-44°48'16"	-73°34'14"	S. Engorze	Cholga	S/M	ND	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M	ND	ND	ND
A41	-44°59'49"	-73°55'31"	C. Nisualic	Chorito	S/M	S/M	S/M	S/M	ND	ND	S/M	S/M	ND	ND
A45	-45°18'57"	-73°32'30"	C. Rodriguez	Cholga	S/M	ND	ND	S/M	ND	ND	S/M	ND	ND	ND
A49	-45°27'31"	-73°50'19"	C. Darwin	Chorito	S/M	ND	S/M	ND	ND	ND	S/M	ND	ND	ND
A54	-45°44'52"	-73°41'45"	I. Rojas Paso Tres Cruces	Cholga	S/M	ND	S/M	ND	ND	ND	S/M	ND	ND	ND
A57	-47°57'55"	-74°42'00"	I. Soot	Cholga	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M	ND	ND	ND
A59	-47°53'15"	-74°37'60"	Z. Zaval	Chorito	S/M	S/M	S/M	S/M	ND	ND	S/M	ND	ND	ND
A10	-43°52'14"	-73°03'30"	Almeja	Chorito	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M	S/M	ND	S/M	ND

CODIGO_EST	FCH_CRUC	MES	AÑO	RECURSO	VAM	COD_VAM	VPM_R1	VPM_R2	COD_VPM_R1	COD_VPM_R2
L01	15-02-07	FEBRERO	2007	Cholga	ND	AUSENTE	ND	ND	AUSENTE	AUSENTE
L02	16-02-07	FEBRERO	2007	Chorito	ND	AUSENTE	ND	ND	AUSENTE	AUSENTE
L02N1	16-02-07	FEBRERO	2007	Chorito	ND	AUSENTE	ND	ND	AUSENTE	AUSENTE
L02N2	16-02-07	FEBRERO	2007	Chorito	ND	AUSENTE	ND	ND	AUSENTE	AUSENTE
L02N3	16-02-07	FEBRERO	2007	Chorito	ND	AUSENTE	ND	ND	AUSENTE	AUSENTE
L03	15-02-07	FEBRERO	2007	Chorito	ND	AUSENTE	ND	ND	AUSENTE	AUSENTE
L03N1	16-02-07	FEBRERO	2007	Chorito	ND	AUSENTE	ND	ND	AUSENTE	AUSENTE
L04	15-02-07	FEBRERO	2007	Chorito	ND	AUSENTE	ND	ND	AUSENTE	AUSENTE
L05	06-02-07	FEBRERO	2007	Chorito	ND	AUSENTE	S/M	S/M	SIN MUESTRA	SIN MUESTRA
L06	06-02-07	FEBRERO	2007	Cholga	ND	AUSENTE	ND	ND	AUSENTE	AUSENTE
L06N1				Cholga	S/M	SIN MUESTRA	ND	ND	AUSENTE	AUSENTE
L07	03-03-07	MARZO	2007	Cholga	ND	AUSENTE	ND	ND	AUSENTE	AUSENTE
L08	02-03-07	MARZO	2007	Almeja	ND	AUSENTE	ND	ND	AUSENTE	AUSENTE
L09	02-03-07	MARZO	2007	Almeja	ND	AUSENTE	ND	ND	AUSENTE	AUSENTE
L10	02-03-07	MARZO	2007	Cholga	ND	AUSENTE	ND	ND	AUSENTE	AUSENTE
L10N1	01-03-07	MARZO	2007	Almeja	ND	AUSENTE	ND	ND	AUSENTE	AUSENTE

Figura 210. Comparación tabla de origen (superior) y tabla normalizada ingresada al SIG (inferior) para la variable VAM/VPM.

Código	Latitud	Longitud	Estación	Recurso	3 - 20 may 06	14-jun-04 jul 06	15-jul-17 ago 06	24 ago - 16 sep 06	23 sep - 10 oct 06	17-oct-08 nov 06	16-nov-05 dic 06	6 dic 06 - 8 ene 07	9 ene - 3 feb 07	04-feb-03 mar 07
L01	-41°35'48"	-72°42'20"	Metri	Cholga	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
L02	-41°41'31"	-72°23'39"	Yates	Chorito	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-
L02N1	-41°39'58"	-72°24'03"	Sotomó	Chorito	-	-	-	+	-	+	-	-	+	+
L02N2	-41°29'47"	-72°18'41"	Cochamó	Chorito	-	-	+	-	-	S/M	-	-	-	-
L02N3	-41°42'00"	-72°27'00"	Marimeli	Chorito	-	-	-	-	-	+	S/M	S/M	-	+
L03	-41°41'16"	-72°38'39"	Cta. La Arena	Chorito	+	-	S/M	+	+	+	+	-	-	-
L03N1	-41°42'54"	-72°28'58"	Potrenillos *	Chorito	S/M	-	S/M	+	-	+	-	S/M	+	-
L04	-41°48'09"	-73°10'35"	Caibuco	Chorito	-	-	-	+	-	+	-	S/M	+	+
L05	-41°51'09"	-73°56'49"	Quetalmahue	Chorito	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+
L06	-41°54'12"	-73°29'51"	Hueihue	Cholga	+	-	-	+	+	-	-	S/M	+	+
L06N1	-41°43'59"	-72°40'59"	I. Caicura	Cholga	+	S/M	S/M	+	+	+	-	S/M	+	S/M

CODIGO_EST	FCH_CRUC	MES	AÑO	RECURSO	VDM	COD_VDM
L01	19-05-06	MAYO	2006	Cholga	+	POSITIVO
L02	19-05-06	MAYO	2006	Chorito	-	NEGATIVO
L02N1	18-05-06	MAYO	2006	Chorito	-	NEGATIVO
L02N2	18-05-06	MAYO	2006	Chorito	-	NEGATIVO
L02N3	18-05-06	MAYO	2006	Chorito	-	NEGATIVO
L03	20-05-06	MAYO	2006	Chorito	+	POSITIVO
L03N1				Chorito	S/M	SIN MUESTRA
L04	20-05-06	MAYO	2006	Chorito	-	NEGATIVO
L05	04-05-06	MAYO	2006	Chorito	-	NEGATIVO
L06	13-05-06	MAYO	2006	Cholga	+	POSITIVO
L06N1	19-05-06	MAYO	2006	Cholga	+	POSITIVO
L07	07-05-06	MAYO	2006	Cholga	S/M	SIN MUESTRA
L08	05-05-06	MAYO	2006	Almeja	+	POSITIVO
L09	05-05-06	MAYO	2006	Almeja	-	NEGATIVO
L10	06-05-06	MAYO	2006	Cholga	+	POSITIVO
L10N1	06-05-06	MAYO	2006	Almeja	-	NEGATIVO

Figura 211. Comparación tabla de origen (superior) y tabla normalizada ingresada al SIG (inferior) para la variable VDM.

Reporte de errores datos Toxina VAM/VPM

2006-2007: Datos incompletos para VAM.

En C10, falta fecha para la estación L06N1.

2007-2008: Faltan fechas de muestreo en cruceros: C7, C8, C9, C10.

2011: Datos incompletos para VAM en la mayoría de los cruceros.

2012-2013: Datos incompletos para VAM en la mayoría de los cruceros.

Datos incompletos para VPM en C10, C11, C12.

2013-2014: En todo el periodo existen ausencias intermitentes para VAM.

Falta fecha de muestreo en C5, estación A01.

2014-2015: En todo el periodo existen ausencias intermitentes para VAM.

-Estaciones con datos pendientes en C10, C11 (Figura 212).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	CODIGO_EST	FCH_CRUC	MES	AÑO	RECURSO	VAM	COO_VAM	VPM_R1	VPM_R2	COO_VPM_R1	COO_VPM_R2							
101	M06	10-01-15	ENERO	2015	Cholga	Pendiente		ND	ND	AUSENTE	AUSENTE							
102	M06N1	10-01-15	ENERO	2015	Cholga			ND	ND	AUSENTE	AUSENTE							
103	M01N	10-01-15	ENERO	2015	Cholga			ND	ND	AUSENTE	AUSENTE							
104	M02N	10-01-15	ENERO	2015	Cholga			ND	ND	AUSENTE	AUSENTE							
105	M03N	10-01-15	ENERO	2015	Cholga			ND	ND	AUSENTE	AUSENTE							
106	M07	11-01-15	ENERO	2015	Cholga	Pendiente		ND	ND	AUSENTE	AUSENTE							
107	M24N	09-01-15	ENERO	2015	Cholga			ND	ND	AUSENTE	AUSENTE							
108	M24N1	09-01-15	ENERO	2015	Cholga			ND	ND	AUSENTE	AUSENTE							
109	M08	11-01-15	ENERO	2015	Cholga			ND	ND	AUSENTE	AUSENTE							
110	M25N	09-01-15	ENERO	2015	Cholga	Pendiente		ND	ND	AUSENTE	AUSENTE							
111	M09	09-01-15	ENERO	2015	Cholga			ND	ND	AUSENTE	AUSENTE							
112	M10	09-01-15	ENERO	2015	Cholga			ND	ND	AUSENTE	AUSENTE							
113	M11	09-01-15	ENERO	2015	Cholga			ND	ND	AUSENTE	AUSENTE							
114	M12	09-01-15	ENERO	2015	Cholga	Pendiente		ND	ND	AUSENTE	AUSENTE							
115	M13	09-01-15	ENERO	2015	Cholga			ND	ND	AUSENTE	AUSENTE							
116	M14	09-01-15	ENERO	2015	Cholga			ND	ND	AUSENTE	AUSENTE							
117	M15	09-01-15	ENERO	2015	Cholga			56	55	PRESENTE	PRESENTE							
118	M16	09-01-15	ENERO	2015	Cholga			61	146	PRESENTE	SOBRE EL LIMITE							
119	M17	08-01-15	ENERO	2015	Cholga			34	55	PRESENTE	PRESENTE							
120	M18	12-01-15	ENERO	2015	Cholga			ND	ND	AUSENTE	AUSENTE							
121	M20	12-01-15	ENERO	2015	Cholga			33	53	PRESENTE	PRESENTE							
122	M21	08-01-15	ENERO	2015	Cholga			ND	ND	AUSENTE	AUSENTE							
123	M22	08-01-15	ENERO	2015	Cholga			ND	ND	AUSENTE	AUSENTE							
124	M23	08-01-15	ENERO	2015	Cholga	Pendiente		ND	ND	AUSENTE	AUSENTE							
125	M24	08-01-15	ENERO	2015	Chorito	Pendiente		ND	ND	AUSENTE	AUSENTE							
126	M25	08-01-15	ENERO	2015	Chorito			ND	ND	AUSENTE	AUSENTE							
127	M26	08-01-15	ENERO	2015	Chorito	Pendiente		ND	ND	AUSENTE	AUSENTE							
128	M27	08-01-15	ENERO	2015	Chorito			ND	ND	AUSENTE	AUSENTE							
129	M29	08-01-15	ENERO	2015	Chorito			ND	ND	AUSENTE	AUSENTE							
130	M29N1	08-01-15	ENERO	2015	Chorito			ND	ND	AUSENTE	AUSENTE							
131	M30	07-01-15	ENERO	2015	Chorito			53	53	PRESENTE	PRESENTE							
132	M31	07-01-15	ENERO	2015	Chorito			ND	ND	AUSENTE	AUSENTE							
133	M32	07-01-15	ENERO	2015	Chorito			ND	ND	AUSENTE	AUSENTE							
134	M33	07-01-15	ENERO	2015	Chorito			ND	ND	AUSENTE	AUSENTE							
135	M34	07-01-15	ENERO	2015	Chorito			ND	ND	AUSENTE	AUSENTE							

Figura 212. Ejemplo de estaciones con datos pendientes en crucero 11, año 2015 para la toxina VAM.

Reporte de errores toxina VDM

2006-2007: Faltan fechas de muestreo en la mayoría de los cruceros.

2007-2008: Faltan fechas de muestreo en: C5, C7, C8, C10.

Falta fecha de muestreo y dato en C9.

2010: Faltan datos (aparece como muestra pendiente) en C5, estaciones: L04N3, L04N4.

2011: Faltan datos en C11 y C12.

2012-2013: Faltan datos Región de Magallanes en C10.

2013-2014: Faltan fechas en C1, estación A38N3.

Faltan datos en C5 (estación M26), sin fecha A01.

2014-2015: Estaciones con sigla Mx Insuf (no se sabe qué significa) en C5, estaciones: L08, L10N3, L19, L19N2, Región de Los Lagos.

Sin datos (sin información, ni fecha) en C6, estación A38N4.

En C11: sigla Mx Insuf en estación L25; sin datos en estaciones A25 y A50; datos pendientes para la Región de Magallanes.

Resultados de los Análisis de VDM. Región de Los Lagos

Estación	Localidad	Recurso	17 - 26 mar 14	22 abr - 2 may 14	4 - 13 jun 14	1 - 11 jul 14	12 - 25 ago 14	31 ago - 14 sep 14	1 - 8 oct 14	4 - 11 nov 14	2 - 9 dic 14	7 - 12 ene 15	3 - 10 feb 15
L01	Metri	Cholga	-	-	-	-	-	-	+ (10)	+ (11)	+ (6)	+ (8)	-
L02	Yates	Chonto	+ (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	+ (8)	+ (3)
L02N1	Sotomó	Chonto	-	-	-	-	-	-	-	-	+ (6)	-	-
L02N2	Cochamó	Chonto	+ (2)	-	+ (7)	-	-	+ (9)	-	-	+ (6)	+ (11)	-
L02N3	Marimeli	Chonto	-	-	-	-	-	-	-	-	+ (14)	+ (8)	+ (3)
L02N4	Pocoihuen	Chonto	-	+ (5)	+ (7)	+ (9)	-	-	-	-	-	-	+ (3)
L03	Cta. La Arena	Chonto	-	-	-	-	-	-	-	-	+ (15)	-	-
L03N1	Potencillos	Chonto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+ (7)
L04	Calbuco Paso Quenu	Chonto	-	+ (6)	-	-	-	-	-	-	+ (16)	-	+
L04N3	Chayahué	Choro maltón	-	-	-	-	-	-	-	-	+ (16)	+ (8)	-
L05	Ancud, Quetalmahue	Chonto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+ (15)
L06	Hueihue	Cholga	-	-	-	-	-	-	-	-	+ (16)	-	-
L06N1	I. Caicura	Cholga	-	-	-	-	-	-	-	+ (12)	+	-	+ (8)
L07	C. Caucahué	Cholga	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L08	I. Mechuque	Cholga	-	-	-	-	Mx Insuf	-	-	-	-	-	-
L10	Ayacara	Cholga	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L10N2	I. Talcán 2	Almeja	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
L10N3	B. Pumalín	Almeja	-	-	-	-	Mx Insuf	-	-	+	-	-	-
L11	C. Dalcahue	Chonto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L12	I. Quehui	Almeja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L13	I. Chauñec	Almeja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L16	I. Acui	Almeja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L16N1	I. Chauñin	Almeja	-	-	-	-	-	-	-	+ (13)	-	+ (8)	-
L17	Auchemó	Cholga	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+ (15)
L17N1	E. Palvidad	Cholga	+ (1)	-	-	-	-	-	-	+ (13)	-	-	-
L19N1	Yelcho	Almeja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L22N1	Ens. Quilantler	Almeja	+ (3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+ (8)
L22N2	Inio	Almeja	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+ (8)
L22N3	I. Redonda	Almeja	+ (4)	-	-	-	-	-	-	-	+ (16)	+ (11)	+ (8)
L23N1	C. Guamblad	Almeja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L23N2	I. San Pedro 2	Almeja	-	-	-	-	-	-	-	-	+ (15)	-	-
L24N1	I. Guapiquillán 2	Almeja	-	-	-	-	-	-	-	-	+ (15)	-	+ (11)
L25	B. Tic Toc	Almeja	-	-	-	-	-	-	-	+ (12)	-	-	Mx Insuf

Figura 213. Ejemplo de estaciones con la sigla Mx Insuf en crucero 5, año 2014 para la toxina VDM.

**PROTOCOLO DE MIGRACIÓN DE LAS BASES DE DATOS DEL PROGRAMA DE
MONITOREO DE MAREA ROJA**

ABUNDANCIA RELATIVA				
CAMPOS	TIPO DE DATO	FORMATO	LONGITUD	VALORES NULOS
C_REGION	Punto	Long integer		SI
ESTACIONID	Punto	Texto	8	SI
F_MUESTREO	Punto	Fecha		SI
ARALEXCATE	Punto	Long integer		SI
ARDINOACUM	Punto	Long integer		SI
ARDINOACUT	Punto	Long integer		SI
ARPROTRETI	Punto	Long integer		SI
ARPSEUAUST	Punto	Long integer		SI
ARPSEUPSEU	Punto	Long integer		SI

TEMPERATURA AMBIENTE				
CAMPOS	TIPO DE DATO	FORMATO	LONGITUD	VALORES NULOS
C_REGION	Punto	Long integer		SI
ESTACIONID	Punto	Texto	8	SI
F_MUESTREO	Punto	Fecha		SI
T_C	Punto	Double		SI

VIENTO				
CAMPOS	TIPO DE DATO	FORMATO	LONGITUD	VALORES NULOS
C_REGION	Punto	Long integer	10	SI
ESTACIONID	Punto	Texto	8	SI
F_MUESTREO	Punto	Fecha		SI
DIRECCION	Punto	Texto	6	SI
V_MS	Punto	Double		SI

SALINIDAD POR ESTRATO				
CAMPOS	TIPO DE DATO	FORMATO	LONGITUD	VALORES NULOS
C_REGION	Punto	Long integer	10	SI
ESTACIONID	Punto	Texto	8	SI
F_MUESTREO	Punto	Fecha		SI
S_0	Punto	Double		SI
S_5	Punto	Double		SI
S_10	Punto	Double		SI
S_20	Punto	Double		SI
S_30	Punto	Double		SI
S_40	Punto	Double		SI

SALINIDAD INTEGRADA				
CAMPOS	TIPO DE DATO	FORMATO	LONGITUD	VALORES NULOS
C_REGION	Punto	Long integer		SI
ESTACIONID	Punto	Texto	8	SI
F_MUESTREO	Punto	Fecha		SI
S_0_10	Punto	Double		SI
S_10_20	Punto	Double		SI

TEMPERATURA MAR POR ESTRATO				
CAMPOS	TIPO DE DATO	FORMATO	LONGITUD	VALORES NULOS
C_REGION	Punto	Long integer		SI
ESTACIONID	Punto	Texto	8	SI
F_MUESTREO	Punto	Fecha		SI
T_0	Punto	Double		SI
T_5	Punto	Double		SI
T_10	Punto	Double		SI
T_20	Punto	Double		SI
T_30	Punto	Double		SI
T_40	Punto	Double		SI

TEMPERATURA MAR INTEGRADA				
CAMPOS	TIPO DE DATO	FORMATO	LONGITUD	VALORES NULOS
C_REGION	Punto	Long integer		SI
ESTACIONID	Punto	Texto	8	SI
F_MUESTREO	Punto	Fecha		SI
T_0_10	Punto	Double		SI
T_10_20	Punto	Double		SI

OXIGENO DISUELTO POR ESTRATO				
CAMPOS	TIPO DE DATO	FORMATO	LONGITUD	VALORES NULOS
C_REGION	Punto	Long integer		SI
ESTACIONID	Punto	Texto	8	SI
F_MUESTREO	Punto	Fecha		SI
OX_0	Punto	Double		SI
OX_5	Punto	Double		SI
OX_10	Punto	Double		SI
OX_20	Punto	Double		SI
OX_30	Punto	Double		SI
OX_40	Punto	Double		SI

OXIGENO DISUELTO INTEGRADO				
CAMPOS	TIPO DE DATO	FORMATO	LONGITUD	VALORES NULOS
C_REGION	Punto	Long integer		SI
ESTACIONID	Punto	Texto	8	SI
F_MUESTREO	Punto	Fecha		SI
OX_0-10	Punto	Double		SI
OX_10-20	Punto	Double		SI

CLOROFILA A POR ESTRATO				
CAMPOS	TIPO DE DATO	FORMATO	LONGITUD	VALORES NULOS
C_REGION	Punto	Long integer		SI
ESTACIONID	Punto	Texto	8	SI
F_MUESTREO	Punto	Fecha		SI
CL_0	Punto	Double		SI
CL_5	Punto	Double		SI
CL_10	Punto	Double		SI
CL_20	Punto	Double		SI
CL_30	Punto	Double		SI
CL_40	Punto	Double		SI

CLOROFILA A INTEGRADA				
CAMPOS	TIPO DE DATO	FORMATO	LONGITUD	VALORES NULOS
C_REGION	Punto	Long integer		SI
ESTACIONID	Punto	Texto	8	SI
F_MUESTREO	Punto	Fecha		SI
CL_0_10	Punto	Double		SI
CL_10_20	Punto	Double		SI

TOXINAS VAM-VPM				
CAMPOS	TIPO DE DATO	FORMATO	LONGITUD	VALORES NULOS
C_REGION	Punto	Long integer		SI
ESTACIONID	Punto	Texto	8	SI
F_MUESTREO	Punto	Fecha		SI
VAM	Punto	Double		SI
COD_VAM	Punto	Texto	25	SI
VPM_R1	Punto	Double		SI
VPM_R2	Punto	Double		SI
COD_VPM_R1	Punto	Texto	25	SI
COD_VPM_R2	Punto	Texto	25	SI

TOXINAS VDM				
CAMPOS	TIPO DE DATO	FORMATO	LONGITUD	VALORES NULOS
C_REGION	Punto	Long integer		SI
ESTACIONID	Punto	Texto	8	SI
F_MUESTREO	Punto	Fecha		SI
VDM	Punto	Texto	10	SI
COD	Punto	Texto	25	SI

**RESUMEN DE PARÁMETROS DE LOS MODELOS DE INTERPOLACIÓN: ZONAS
2 A LA 6**

Zona 2

Temperatura ambiente		
ESTACIÓN	POWER	RMS
VERANO	1.5	3.24
OTOÑO	3	1.1
INVIERNO	4	0.86
PRIMAVERA	4	1.45
Temperatura del mar (0 - 10 metros)		
ESTACIÓN	POWER	RMS
VERANO	3	0.21
OTOÑO	3	0.62
INVIERNO	1.33	0.14
PRIMAVERA	1.61	0.24
Velocidad del viento		
ESTACIÓN	POWER	RMS
VERANO	1.5	1.69
OTOÑO	1.12	0.95
INVIERNO	1.5	0.61
PRIMAVERA	2.5	0.88
Oxígeno disuelto (0 - 10 metros)		
ESTACIÓN	POWER	RMS
VERANO	3	0.20
OTOÑO	1.5	0.21
INVIERNO	1.43	0.1
PRIMAVERA	1.5	0.36

Salinidad superficial		
ESTACIÓN	POWER	RMS
VERANO	1.92	5.19
OTOÑO	1.76	4.77
INVIERNO	3	2.9
PRIMAVERA	4	5.85
Salinidad (0 - 10 metros)		
ESTACIÓN	POWER	RMS
VERANO	4	2.7
OTOÑO	2	1.8
INVIERNO	5	1.36
PRIMAVERA	6	2.62
Clorofila a (0 - 10 metros)		
ESTACIÓN	POWER	RMS
VERANO	1.5	0.12
OTOÑO	3	0.08
INVIERNO	3	0.4
PRIMAVERA	3	0.26

Zona 3

Temperatura ambiente		
ESTACIÓN	POWER	RMS
VERANO	1.2	0.56
OTOÑO	1.6	0.5
INVIERNO	4	0.43
PRIMAVERA	1.8	0.32
Temperatura del mar (0 - 10 metros)		
ESTACIÓN	POWER	RMS
VERANO	6	1
OTOÑO	2.44	0.6
INVIERNO	5	0.84
PRIMAVERA	2.08	0.21
Velocidad del viento		
ESTACIÓN	POWER	RMS
VERANO	1.2	0.34
OTOÑO	1.2	0.45
INVIERNO	6	0.32
PRIMAVERA	1.5	0.08
Oxígeno disuelto (0 - 10 metros)		
ESTACIÓN	POWER	RMS
VERANO	1	1.09
OTOÑO	1.4	0.41
INVIERNO	6	0.42
PRIMAVERA	4	0.15

Salinidad superficial		
ESTACIÓN	POWER	RMS
VERANO	1.5	3.63
OTOÑO	1.2	3.19
INVIERNO	1.2	1.81
PRIMAVERA	6	1.55
Salinidad (0 - 10 metros)		
ESTACIÓN	POWER	RMS
VERANO	1.4	3.14
OTOÑO	6	2.51
INVIERNO	6	1.66
PRIMAVERA	6	1.35
Clorofila a (0 - 10 metros)		
ESTACIÓN	POWER	RMS
VERANO	2	0.76
OTOÑO	7.82	0.26
INVIERNO	3	0.54
PRIMAVERA	1.6	0.82

Zona 4

Temperatura ambiente		
ESTACIÓN	POWER	RMS
VERANO	1.5	0.74
OTOÑO	1.5	0.88
INVIERNO	3	0.16
PRIMAVERA	3	0.24
Temperatura del mar (0 - 10 metros)		
ESTACIÓN	POWER	RMS
VERANO	2	0.09
OTOÑO	3	0.23
INVIERNO	2	0.43
PRIMAVERA	1.5	0.15
Velocidad del viento		
ESTACIÓN	POWER	RMS
VERANO	2	0.87
OTOÑO	3	0.33
INVIERNO	3	0.26
PRIMAVERA	3	0.59
Oxígeno disuelto (0 - 10 metros)		
ESTACIÓN	POWER	RMS
VERANO	3	0.18
OTOÑO	2	0.19
INVIERNO	2	0.21
PRIMAVERA	3	1.0775E+14

Salinidad superficial		
ESTACIÓN	POWER	RMS
VERANO	3	1.71
OTOÑO	2	1.64
INVIERNO	2	1.65
PRIMAVERA	3	0.77
Salinidad (0 - 10 metros)		
ESTACIÓN	POWER	RMS
VERANO	4	1.08
OTOÑO	3	0.95
INVIERNO	4	1.42
PRIMAVERA	4	0.66
Clorofila a (0 - 10 metros)		
ESTACIÓN	POWER	RMS
VERANO	3	0.32
OTOÑO	2	0.17
INVIERNO	4	1.78
PRIMAVERA	1.5	2.54

Zona 5

Temperatura ambiente		
ESTACIÓN	POWER	RMS
VERANO	3	1.17
OTOÑO	2	0.56
INVIERNO	3	0.52
PRIMAVERA	4	0.27
Temperatura del mar (0 - 10 metros)		
ESTACIÓN	POWER	RMS
VERANO	5	0.47
OTOÑO	5	0.59
INVIERNO	3	0.46
PRIMAVERA	2	0.17
Velocidad del viento		
ESTACIÓN	POWER	RMS
VERANO	3	0.54
OTOÑO	3	0.22
INVIERNO	2	0.39
PRIMAVERA	2	0.24
Oxígeno disuelto (0 - 10 metros)		
ESTACIÓN	POWER	RMS
VERANO	4	0.31
OTOÑO	4	0.13
INVIERNO	1.5	2.69
PRIMAVERA	3	0.14

Salinidad superficial		
ESTACIÓN	POWER	RMS
VERANO	1.5	2.39
OTOÑO	2	0.48
INVIERNO	4	0.29
PRIMAVERA	2	1.95
Salinidad (0 - 10 metros)		
ESTACIÓN	POWER	RMS
VERANO	1.5	2.4
OTOÑO	3	0.38
INVIERNO	3	0.28
PRIMAVERA	2	1.91
Clorofila a (0 - 10 metros)		
ESTACIÓN	POWER	RMS
VERANO	1.5	0.96
OTOÑO	1.5	3.97
INVIERNO*		
PRIMAVERA	1.5	1.34

*Número de estaciones insuficientes para modelar

Zona 6

Temperatura ambiente		
ESTACIÓN	POWER	RMS
VERANO	1.5	1.01
OTOÑO	1.5	0.69
INVIERNO	1.5	0.85
PRIMAVERA	2	0.51
Temperatura del mar (0 - 10 metros)		
ESTACIÓN	POWER	RMS
VERANO	3	0.39
OTOÑO	3	0.63
INVIERNO	3	0.22
PRIMAVERA	1.5	0.17
Velocidad del viento		
ESTACIÓN	POWER	RMS
VERANO	1.5	0.55
OTOÑO	2	0.47
INVIERNO	1.5	0.72
PRIMAVERA	1.5	0.59
Oxígeno disuelto (0 - 10 metros)		
ESTACIÓN	POWER	RMS
VERANO	2	0.13
OTOÑO	1.5	0.21
INVIERNO	1.5	0.22
PRIMAVERA	1.5	0.31

Salinidad superficial		
ESTACIÓN	POWER	RMS
VERANO	1.5	2.27
OTOÑO	2.5	1.71
INVIERNO	1.5	0.45
PRIMAVERA	2	1.32
Salinidad (0 - 10 metros)		
ESTACIÓN	POWER	RMS
VERANO	3	1.28
OTOÑO	3	1.28
INVIERNO	2	0.46
PRIMAVERA	2	0.77
Clorofila a (0 - 10 metros)		
ESTACIÓN	POWER	RMS
VERANO	2	0.49
OTOÑO	3	0.14
INVIERNO	3	3.64
PRIMAVERA	1.5	2.01

MODELOS ESTACIONALES

A modo de ejemplo se ejecutaron los modelos estacionales de temperatura superficial del mar para todas las zonas modeladas con el método IDW, los cuales se muestran en las figuras siguientes:

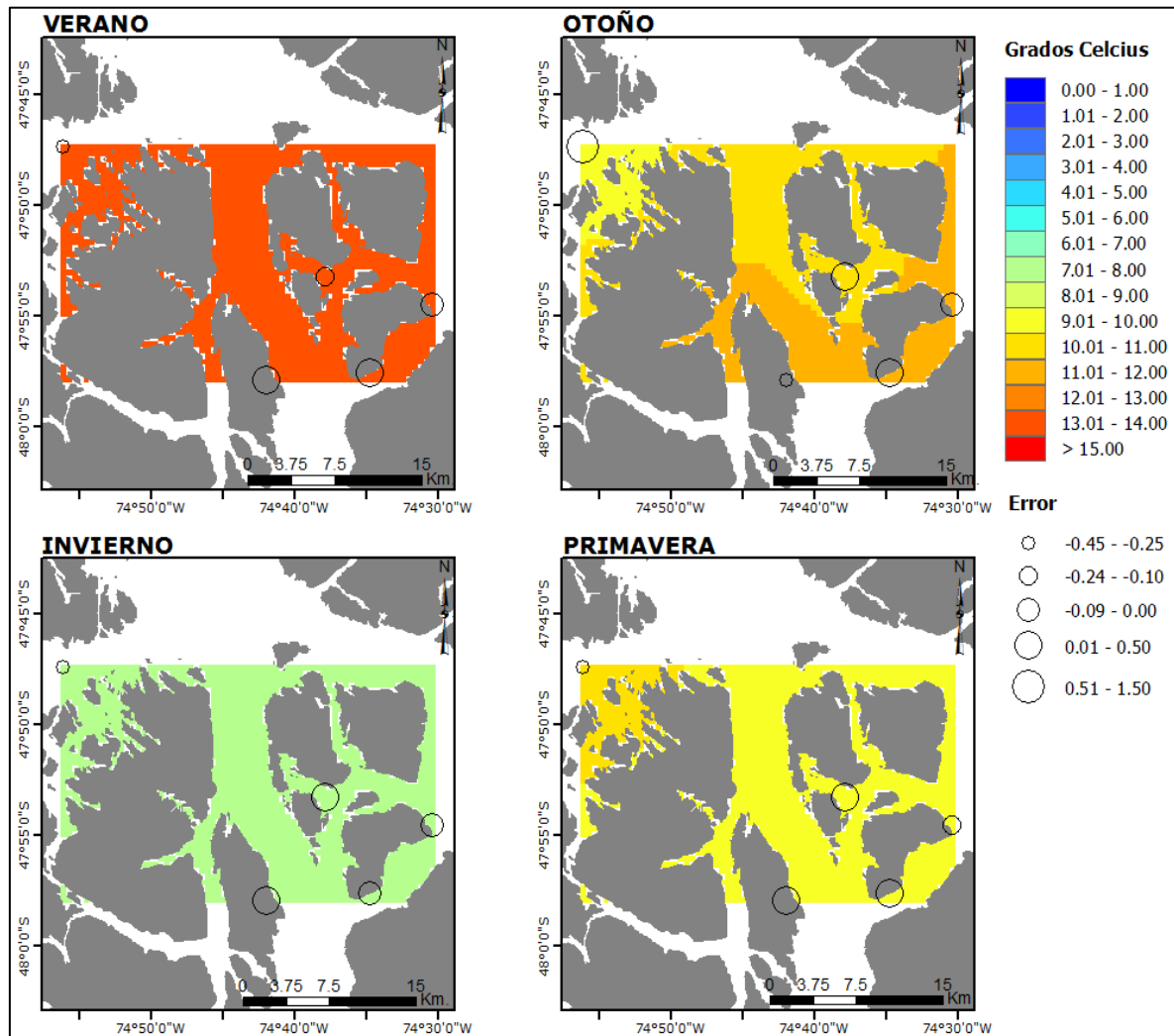


Figura 214. Ejemplo mapa de predicción de temperatura del mar estacional (0-10 m) con error obtenido por validación cruzada para el año 2013, zona 2.

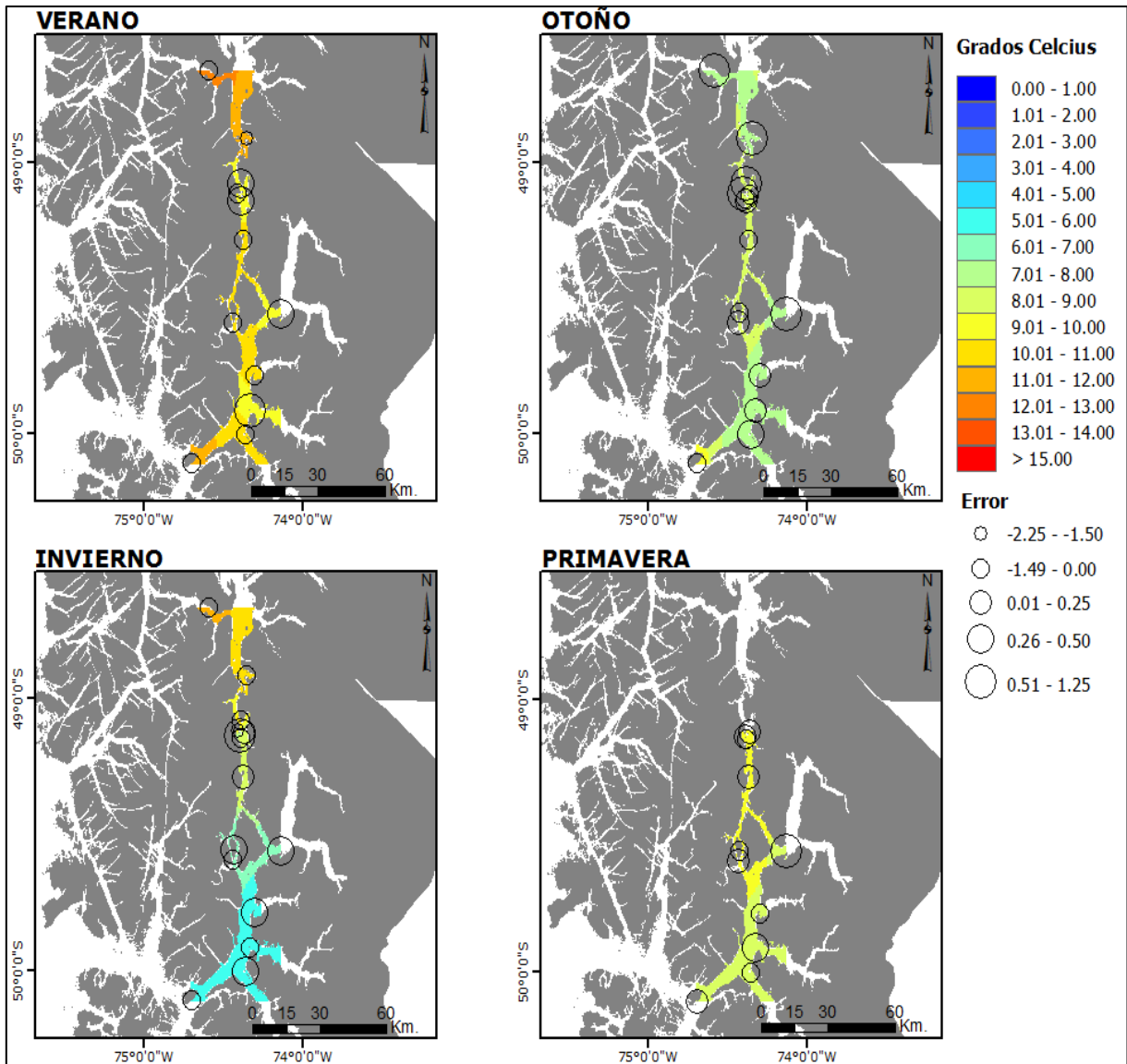


Figura 215. Ejemplo mapa de predicción de temperatura del mar estacional (0-10 m) con error obtenido por validación cruzada para el año 2013, zona 3.

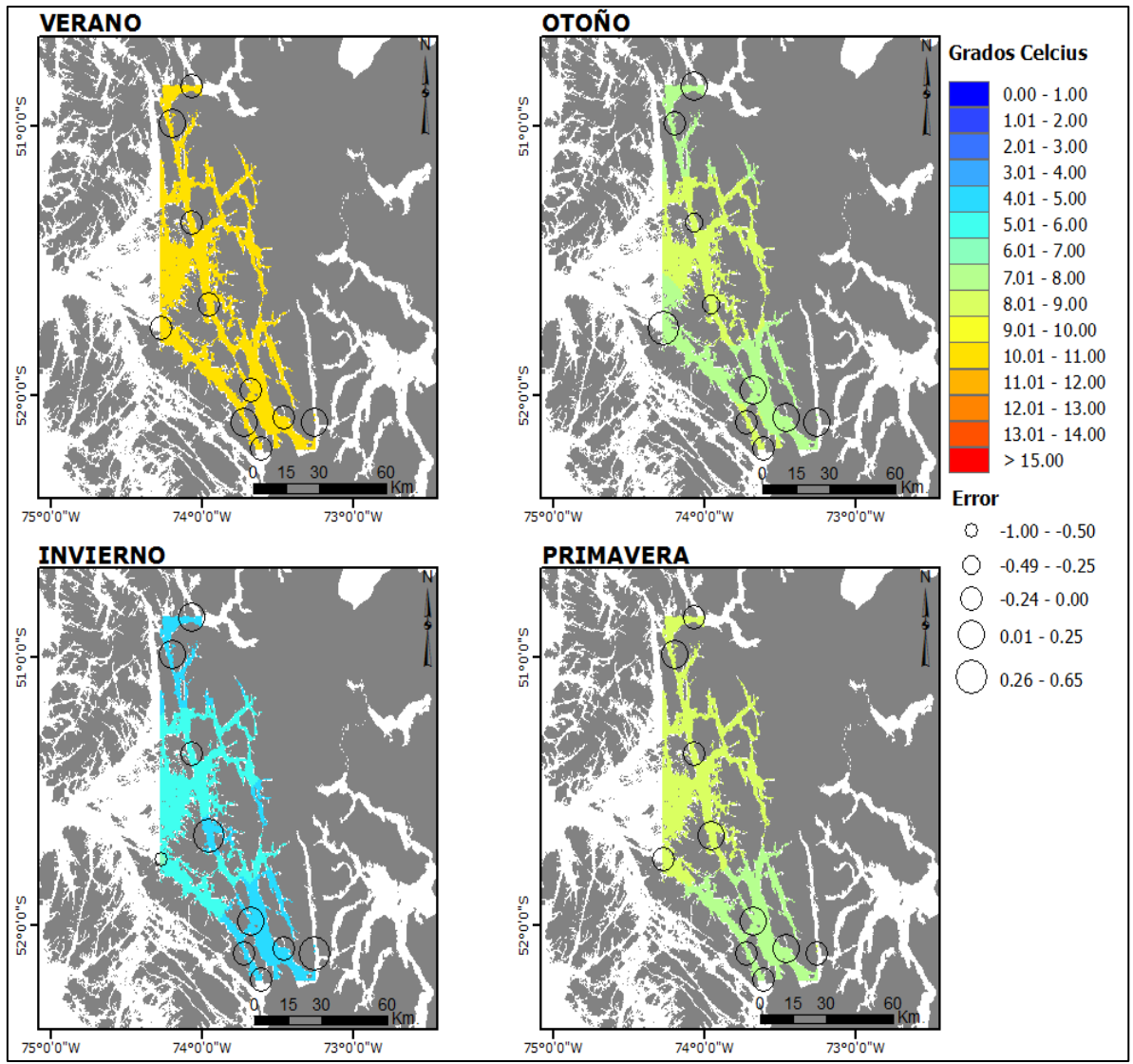


Figura 216. Ejemplo mapa de predicción de temperatura del mar estacional (0-10 m) con error obtenido por validación cruzada para el año 2013, zona 4.

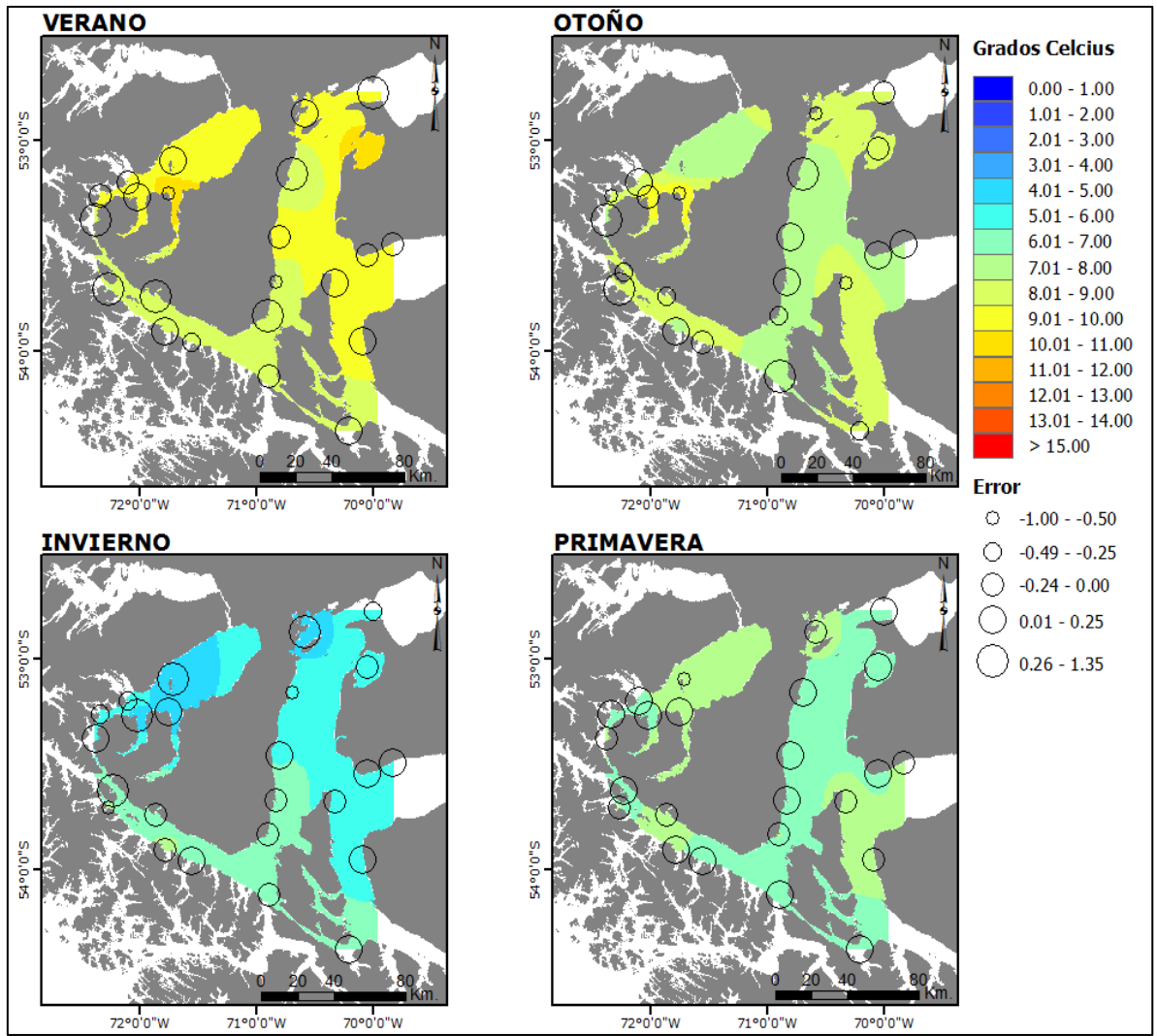


Figura 217. Ejemplo mapa de predicción de temperatura del mar estacional (0-10 m) con error obtenido por validación cruzada para el año 2013, zona 5.

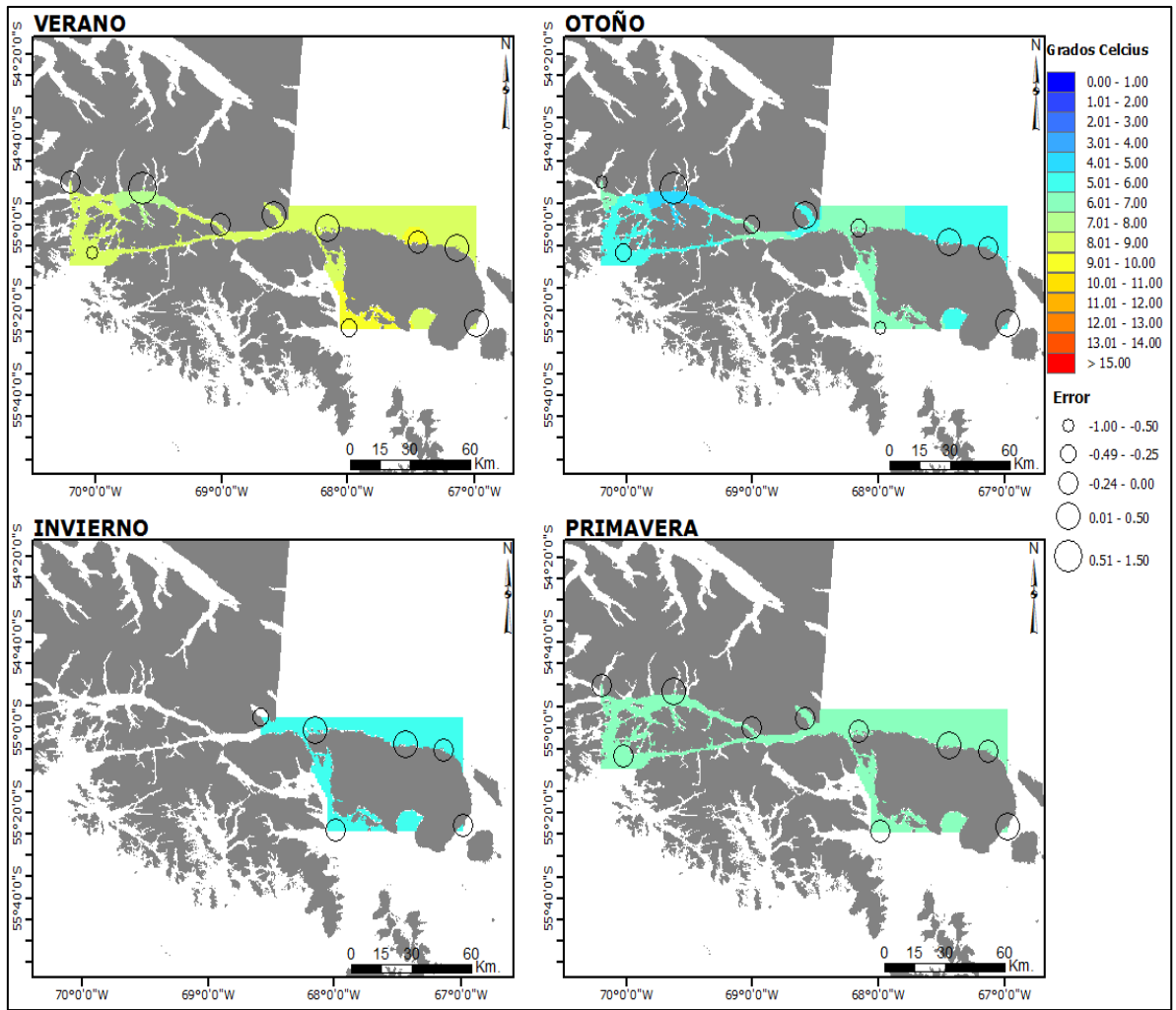


Figura 218. Ejemplo mapa de predicción de temperatura del mar estacional (0-10 m) con error obtenido por validación cruzada para el año 2013, zona 6.

ANEXO 4 OBJETIVO ESPECÍFICO N°3

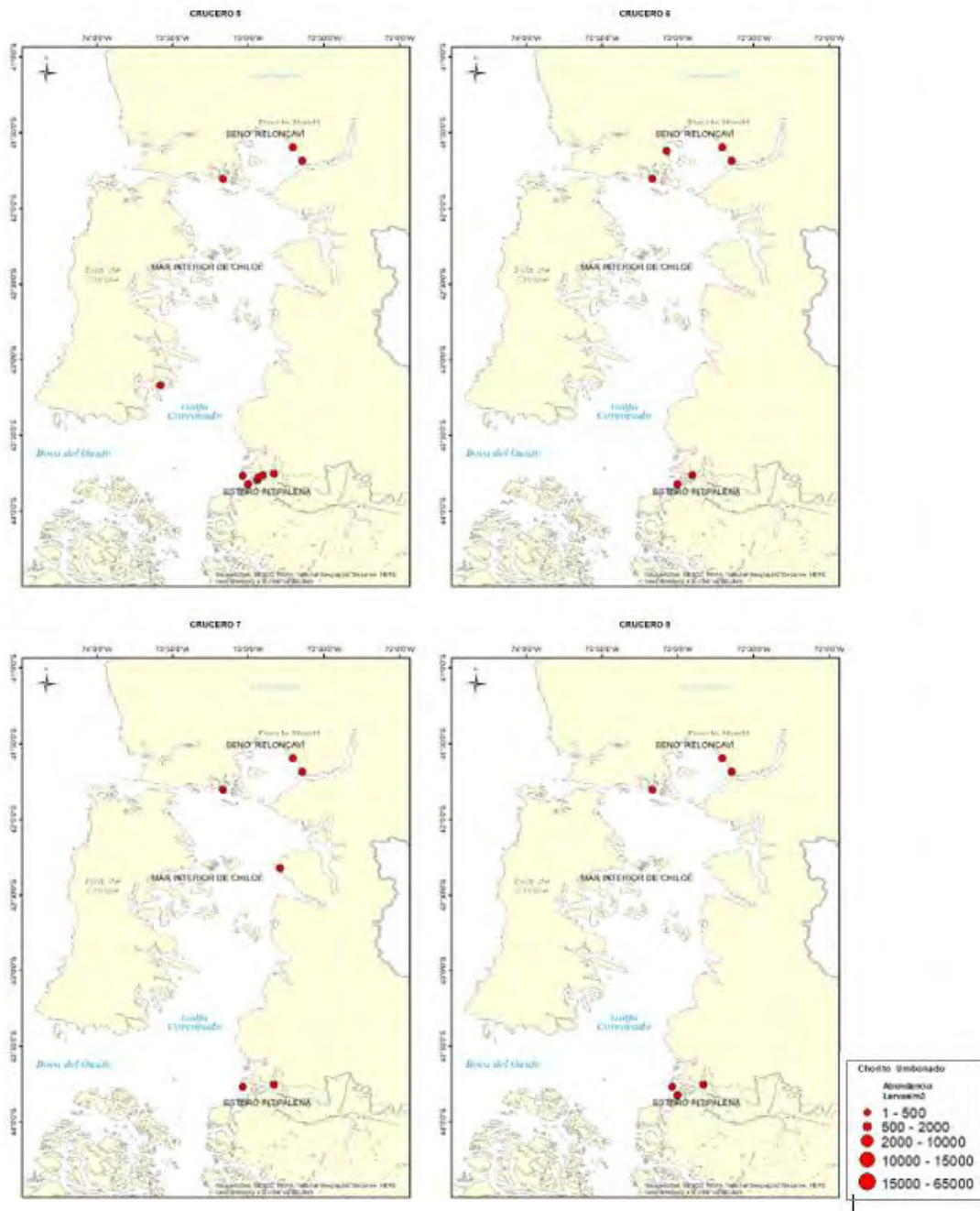


Figura 219. Cartografía de ejemplo para Chorito umbonado, período 2013-2014. Cruceros 5 al 8.

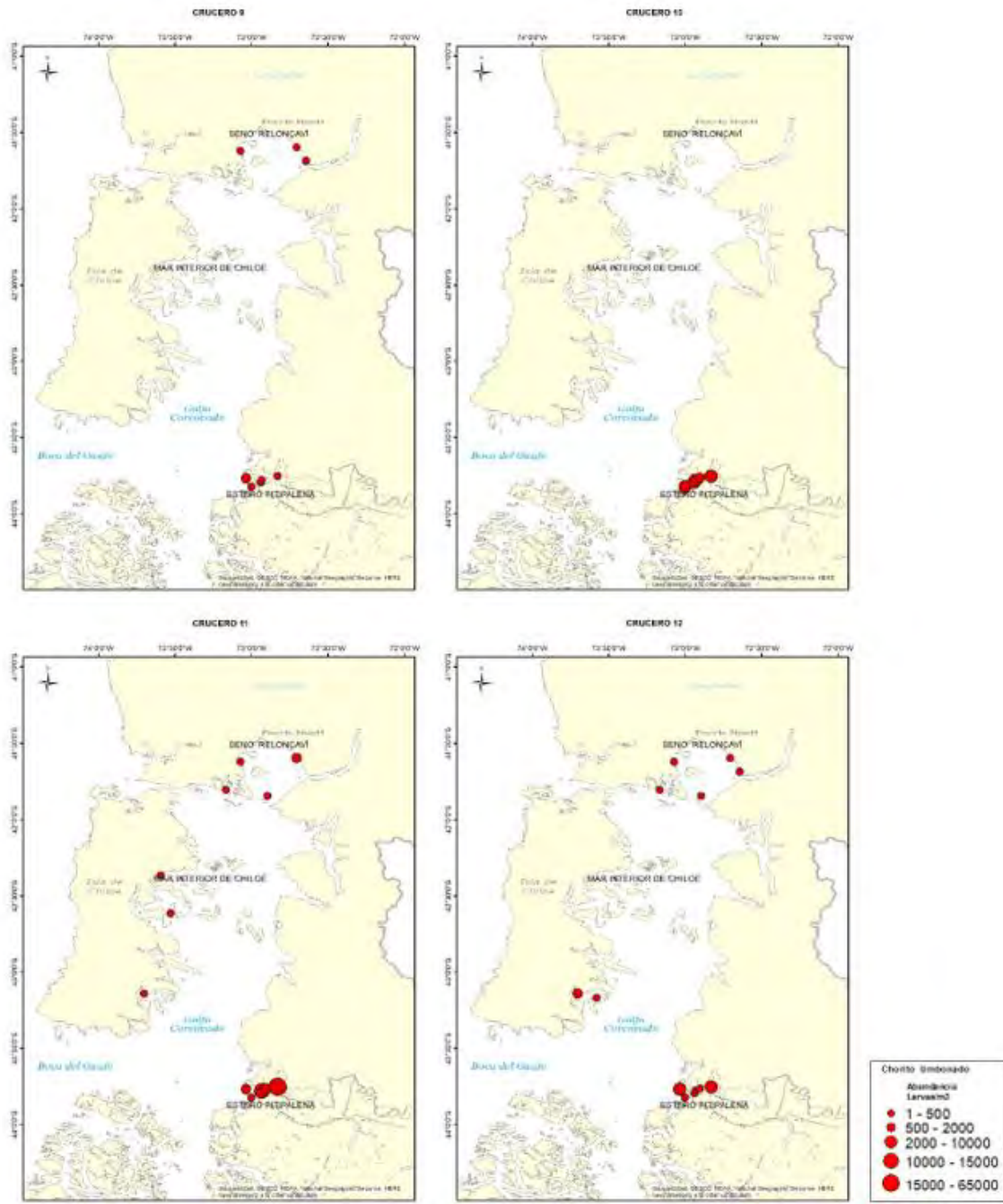


Figura 220. Cartografía de ejemplo para Chorito umbonado, período 2013-2014. Cruceros 9 al 12.

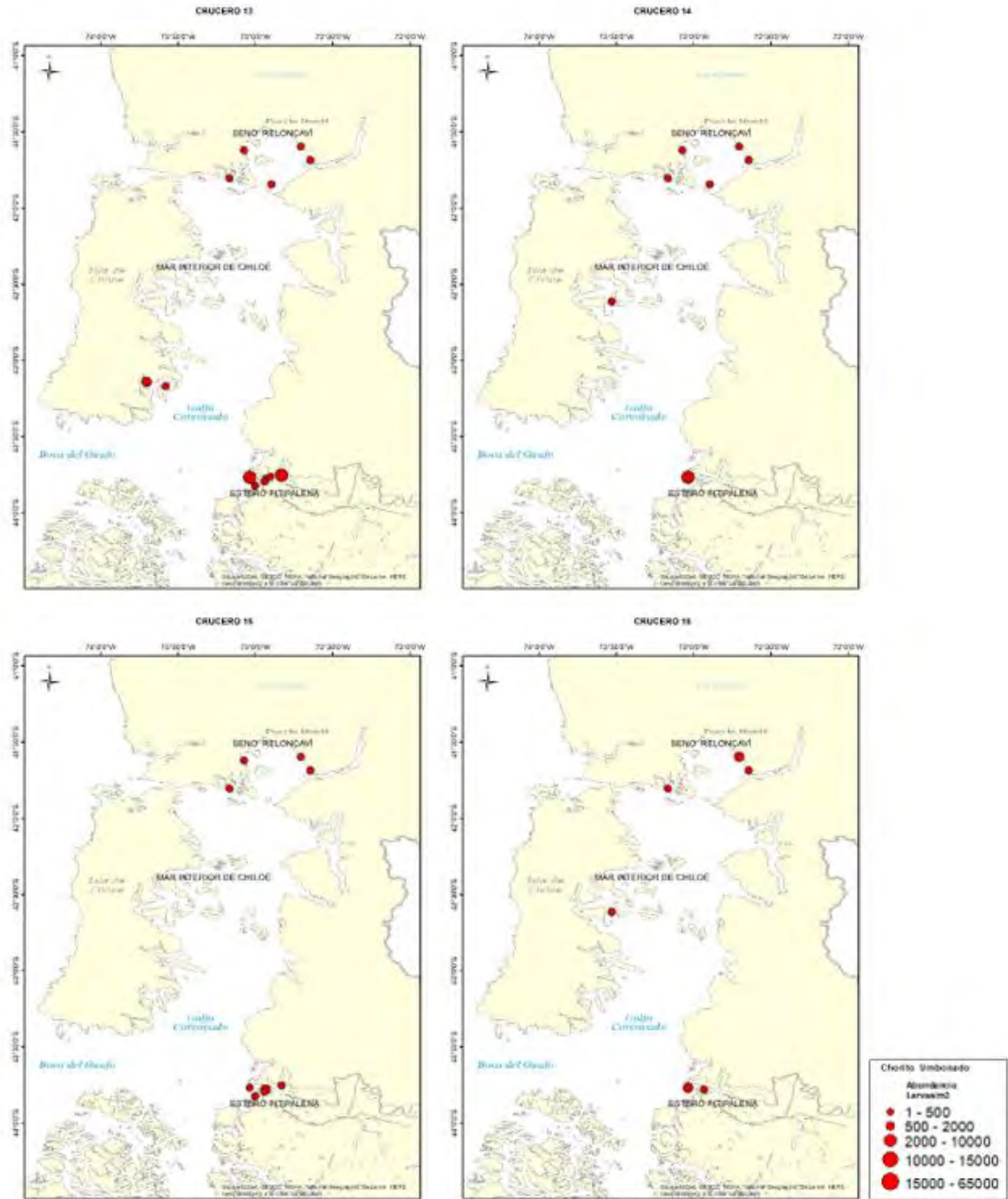


Figura 221. Cartografía de ejemplo para Chorito umbonado, periodo 2013-2014. Cruceros 13 al 16.

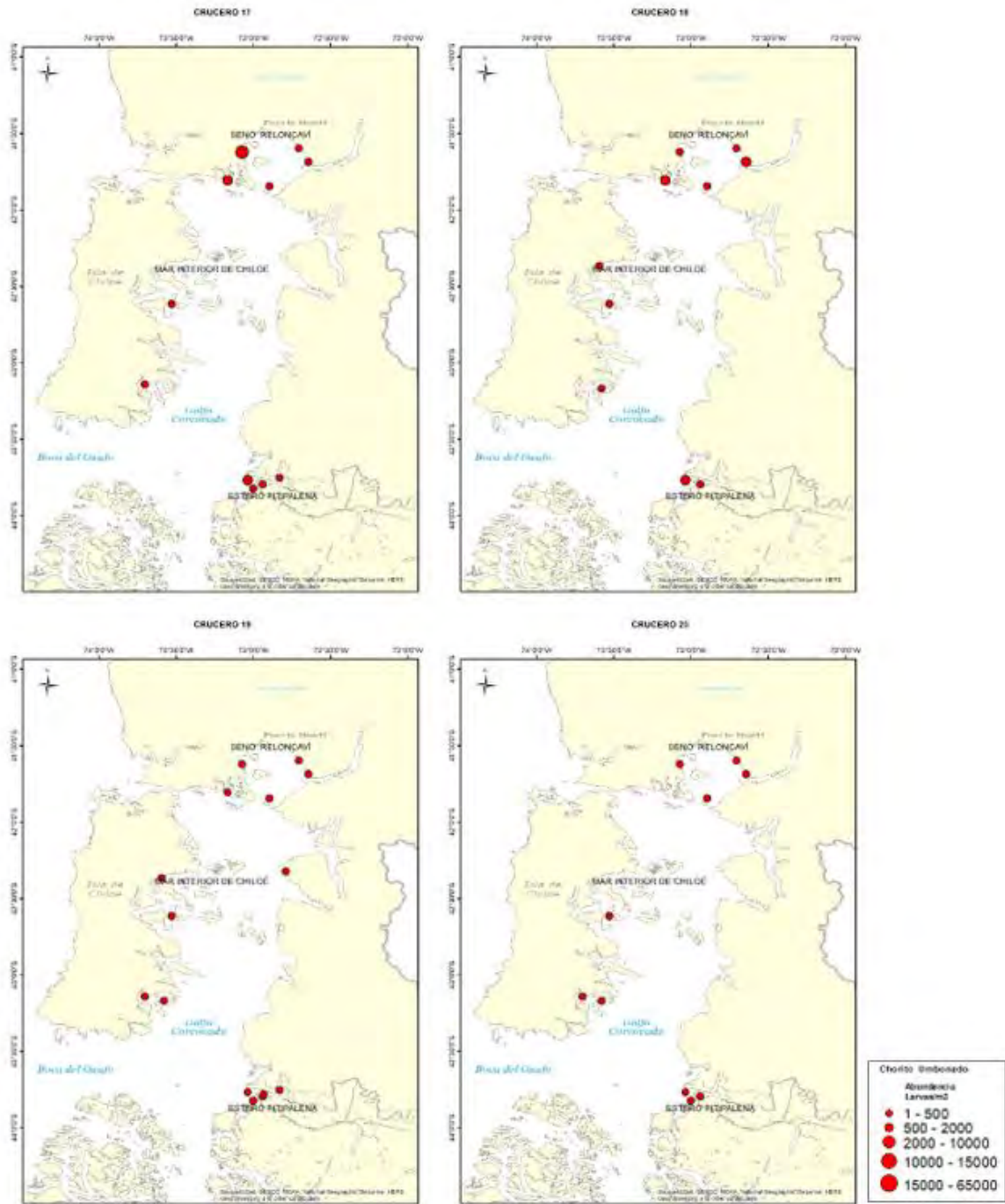


Figura 222. Cartografía de ejemplo para Chorito umbonado, periodo 2013-2014. Cruceros 17 al 20.

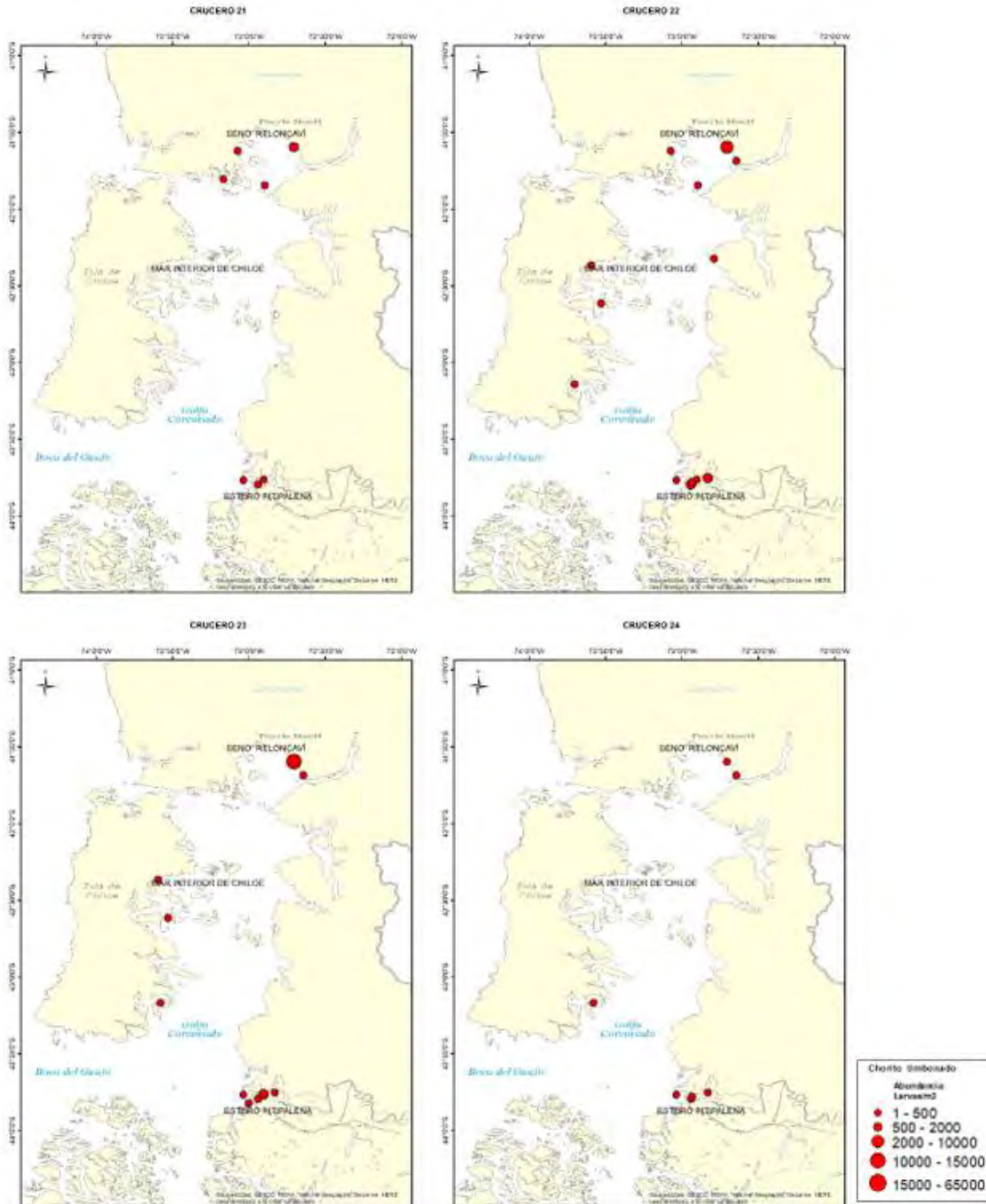


Figura 223. Cartografía de ejemplo para Chorito umbonado, periodo 2013-2014. Cruces 21 al 24.

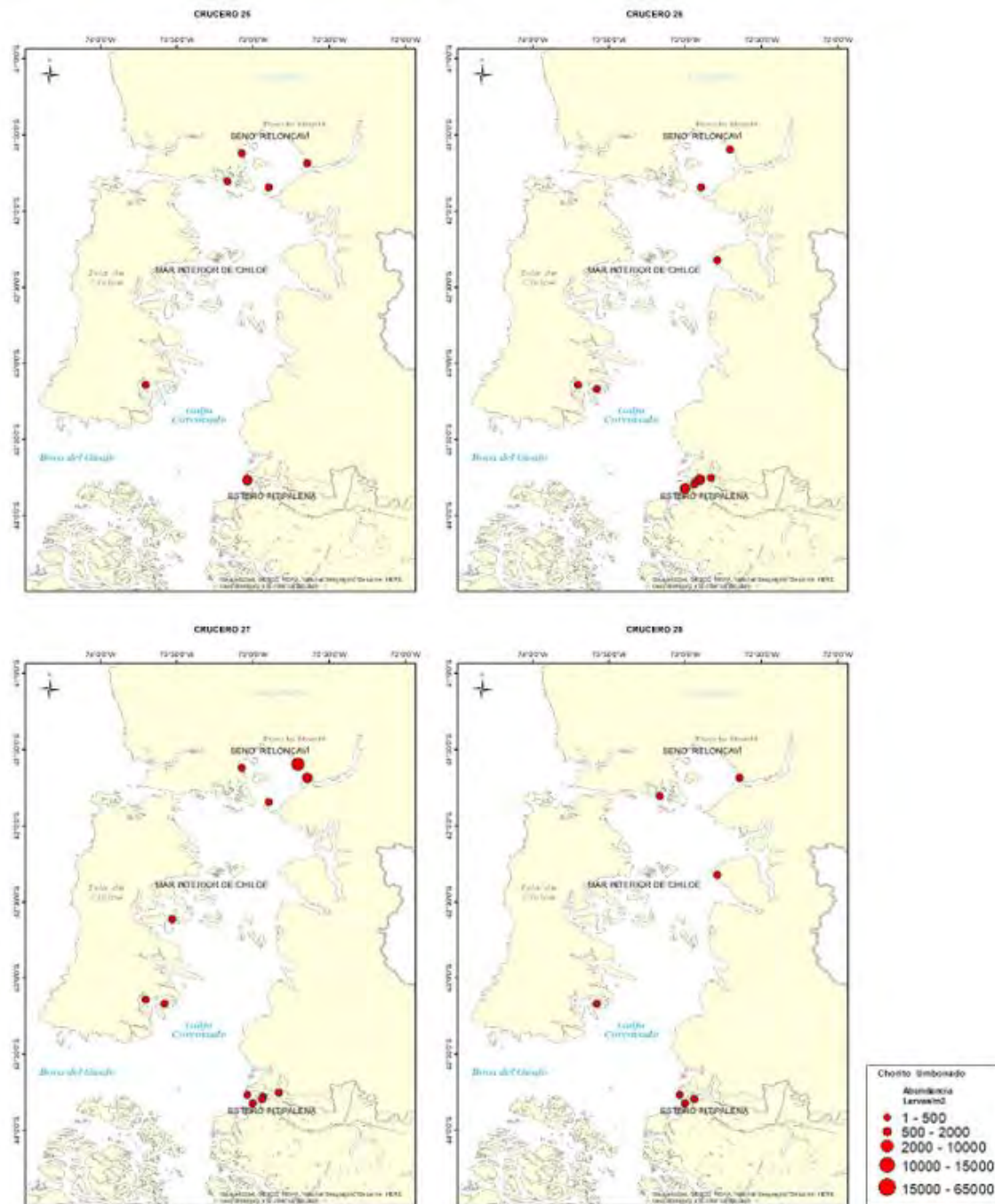


Figura 224. Cartografía de ejemplo para Chorito umbonado, periodo 2013-2014. Cruceros 25 al 28.

ANEXO 5. OBJETIVO ESPECÍFICO N°4

ENCUESTAS DE DIAGNÓSTICO

NOMBRE FUNCIONARIO: CAMILA LAGUNAS- JORGE NARANJO		
UNIDAD TÉCNICA A LA QUE PERTENECE: SUBPESCA (Unidad: UOT) X IFOP (Unidad: _____)		
	Información geográfica	Observaciones
Tipo de información que usted genera (cualitativa, cuantitativa, representación cartográfica...)	<ul style="list-style-type: none"> - Cobertura vectorial (“.shp”) de Abundancias Relativas (AR) de las siete especies incluidas en el Monitoreo de Mareas Rojas y sus toxinas (VDM, VAM y VPM), así como la representación cartográfica de las éstas variables; particularmente Abundancias Relativas. - Cobertura ráster (“.tiff) de variables ambientales/oceanográficas tales como temperatura superficial del mar, temperatura ambiente, oxígeno, salinidad, clorofila <i>a</i> y velocidad del viento. - Elaboración de Mapas y Aplicaciones en la plataforma ArcGis Online con finalidad de difundir los resultados de AR del Monitoreo de las Mareas Rojas. 	- Cabe señalar que las coberturas ráster generadas han sido realizadas a modo de ejercicio con los datos de las variables ambientales/oceanográficas dispuesta en la Fase I del Proyecto debido a que aún no se cuenta con la información actualizada de la misma (2014).
¿Con qué periodicidad la produce?	- La información vectorial de AR y su presentación en las aplicaciones web se realiza de acuerdo a la entrega de los resultados de Programa de Monitoreo realizado por IFOP, esto es; una o dos veces a la semana.	
¿A quién es dirigida esta información?	Actualmente la información está dirigida a usuarios de carácter técnico involucrados en el análisis y gestión de FANs, perteneciente a la SUBPESCA.	- No obstante, se ha acordado generar plataformas para dos tipos de usuario; técnico (SUBPESCA, SERNAPESCA y MINSAL) y general.
¿En sus labores utiliza imágenes satelitales? ¿Cuáles usa?	No, en las labores relacionadas con Marea Roja no se utilizan imágenes satelitales. Sin embargo, se espera utilizar imágenes de variables ambientales/oceanográficas como insumo al modelo desarrollado en la fase I y con fines de difusión.	
La Unidad donde trabaja, ¿Cuenta con una plataforma de visualización de la información geoespacial generada?	Si, la Unidad cuenta con dos plataformas de visualización de información geoespacial, esto es; el Visualizador Mapas Institucional y las Aplicaciones web que provee ArcGis Online.	- En cuanto a ArcGis Online, existe la limitación de que la utilización (publicación, mantención y análisis) está condicionada al consumo de créditos por lo que al no contar éstos la funcionalidad se verá completamente reducida. Es por esto que propendemos a la utilización de ArcGis Online desde ArcGis

		Server o bien la utilización de otra plataforma que no presente dicha limitante.
De ser afirmativa la respuesta anterior, ¿Cuál es la funcionalidad del visualizador? ¿Con qué periodicidad se actualiza?	- El visualizador de Mapas Institucional tiene la finalidad de difundir las actividades de Pesca y Acuicultura (Solicitudes/Concesiones de Acuicultura, AMERB, ECMPO, Caletas Pesqueras, etc) con una periodicidad de actualización variable según cobertura. Tal es el caso de la información referida a Acuicultura con una actualización diaria, en tanto que los ECMPO presentan un actualización semanal. -Las aplicaciones web se actualizan de acuerdo a la entrega de los resultados de Programa de Monitoreo realizado por IFOP, esto es; una o dos veces a la semana.	- Particularmente, la información atingente a AMERB no se encuentra actualizada desde el 2014.
¿Qué información le gustaría o considera necesaria incorporar al visualizador institucional?	En general, requerimos la incorporación de los resultados del muestreo que realiza el MINSAL en cuanto a toxinas relacionadas con Marea Roja e información generada por el PSMB.	
¿En qué formatos (*.jpg,*.shp,*.xls, etc.) trabaja su información?	La información es trabajada justamente en los formatos propuestos; *.jpg,*.shp,*.xls y *.gdb.	
¿Cuáles son sus formatos de salida y volumen (tamaño promedio) aproximado de los productos generados?	Los formatos de salida de los productos generados son dos coberturas *.shp semanales con un máximo de 215 registros, y su derivación a ArcGis Online.	
¿Dónde almacena la información generada (disco duro externo, servidor institucional, computador personal, etc.)? ¿Con qué facilidad puede acceder a ella?	La información es almacenada en un servidor institucional como "File GDB". No hay mayores inconvenientes en el acceso a la información.	
Análisis Espacial		Observaciones
¿Qué versión de ArcGis utiliza?	ArcGis 10.3.1	
¿Con qué frecuencia utiliza ArcGis? Tiempo dedicado semanalmente	ArcGis es utilizado diariamente en la mayor parte de la jornada laboral.	
Indique los toolbox que utiliza (entre paréntesis, indique con un <u>x</u> si cuenta con la licencia de la extensión)	<input type="checkbox"/> 3D Analyst Tools (X) <input type="checkbox"/> Analyst Tools (X) <input type="checkbox"/> Data Management Tools (X) <input type="checkbox"/> Geostatistical Analyst Tools (X) <input type="checkbox"/> Spatial Analyst Tools (X) <input type="checkbox"/> Spatial Statistics Tools (X) <input type="checkbox"/> Otra: Tracking analyst Tools	- Contamos con Arc Gis 10.3.1 Arc editor por lo que varias herramientas no están disponibles en comparación con la modalidad Arc Info, tal es el caso de "Erase" en "Analyst Tools".
¿De qué otra(s) licencia(s) usted dispone para sus labores? ¿Con qué frecuencia las utiliza?	- Autocad 2012. (Diaria) - Envi 5.1 (Mensual) - Geocalc Blue Marble (Diaria)	
¿Utiliza otro software para la generación de	- SeaDAS (Semanal) - Qgis (Semanal)	

información espacial? ¿Cuál?	- GS+ (Semanal)	
Geoestadística		Observaciones
¿Cuál es su nivel de estadística?	Intermedio.	
¿Cómo aplica la estadística en sus labores cotidianas?	Utilizamos estadística principalmente en el análisis exploratorio de datos espaciales.	
¿Utiliza algún software estadístico? Señale cual(es)	Si, GS+10.	
Evaluación Marea Roja, Etapa I		Observaciones
Qué limitantes en término del software y sus herramientas, considera usted dificultaron la automatización del sistema solicitado en la primera etapa del proyecto	Las limitantes que consideramos que dificultaron la automatización del sistema solicitado fueron la diferencia en la versión del software ArcGis, la modalidad de licencia, versión de ArcGis Server y tipo de GDB.	
Evaluación de servidores		Observaciones
Respecto del hardware que tiene su PC:		
Memoria RAM	8 GB RAM	
Capacidad disco duro	463 GB	
Procesador	Intel R Xeon R CPU W3505 @2.53Ghz	
Tarjeta de video		
Conexión de Red	Conexión de área local	
Almacenamiento de datos	Disco Duro y Disco Compartido	
¿Considera que los insumos computacionales de su lugar de trabajo son suficientes para desarrollar sus labores?	Si, los insumos computacionales son suficiente	
¿Qué mejora le parecería más urgente?	Contar un monitor adicional que permitan trabajar simultáneamente información gráfica y de BBDD.	

NOMBRE FUNCIONARIO: Christian Danilo Espinoza Alvarado		
UNIDAD TÉCNICA A LA QUE PERTENECE: SUBPESCA (Unidad: _____) <input type="checkbox"/> IFOP (Unidad: Depto. Medio Ambiente_)		
Información geográfica		Observaciones
Tipo de información que usted genera (cualitativa, cuantitativa, representación cartográfica...)	La información geográfica generada es en función de las necesidades del proyecto y lineamientos transversales de análisis o representación espacial.	
¿Con qué periodicidad la produce?	Se genera diariamente información de carácter geográfico.	
¿A quién es dirigida esta información?	La información es dirigida a los investigadores y/o contraparte. Otra información es difundida vía WebMapping.	La información es dirigida y difundida a distinto público objetivo, razón por la cual tienen distintos tipos de análisis, complejidades y formas de distribución.
¿En sus labores utiliza imágenes satelitales? ¿Cuáles usa?	Se utilizan imágenes Modis Aqua, Landsat 8 oli, SRTM, Aster GDEM, composición de imagen MUR y esporádicamente Sentinel 1 y 2.	
La Unidad donde trabaja, ¿Cuenta con una plataforma de visualización de la información geoespacial generada?	ArcGis Server, con licencia al día. http://ifop.maps.arcgis.com/home/index.html	
De ser afirmativa la respuesta anterior, ¿Cuál es la funcionalidad del visualizador? ¿Con qué periodicidad se actualiza?	La funcionalidad del WebMap es informativa y de análisis básico; Informativa para usuarios externos y análisis básico para investigadores. La actualización de esta plataforma va a depender de la periodicidad de los muestreos.	La información de Abundancias relativas es informada por medio de reportes en formato pdf, que es subida por los propios investigadores.
¿Qué información le gustaría o considera necesaria incorporar al visualizador institucional?	Básicamente es tener interoperabilidad con otros servidores WebMap como es el caso de Subpesca, o servicios de IDE-Chile.	El problema de estos servidores WebMap; es que no tienen servicios web lo bastante claros, ya que tienen duplicidad de información y las actualizaciones de las mismas no son regulares.
¿En qué formatos (*.jpg, *.shp, *.xls, etc.) trabaja su información?	La información es trabajada primariamente en Excel o archivos de texto.	
¿Cuáles son sus formatos de salida y volumen (tamaño promedio) aproximado de los productos generados?	Los formatos de salida son FileGeodatabase para la información de carácter vectorial o raster según se necesite, en Raster Datasets, además de formatos raster como GeoTIFF, GRID, JPG, NetCDF, entre otros. Para el Servidor WebMap, son servicios JSON y SOAP con interface REST, SOAP, Sitemap y Geo Sitemap.	Los volúmenes van a depender de la cantidad de datos y/o áreas analizadas.
¿Dónde almacena la información generada (disco duro externo, servidor)	La información generada se almacena en WorkStation y Discos duros externos.	

institucional, computador personal, etc.)? ¿Con qué facilidad puede acceder a ella?	La información para el WebMap Server se almacena en servidor institucional a la cual se accede vía On-line o por escritorio remoto.	
Análisis Espacial		Observaciones
¿Qué versión de ArcGis utiliza?	ArcGis ArcINFO 10.4	Con licencias hasta 2018
¿Con qué frecuencia utiliza ArcGis? Tiempo dedicado semanalmente	Lo utilizo 3 a 4 días a la semana.	
Indique los toolbox que utiliza (entre paréntesis, indique con un <u>x</u> si cuenta con la licencia de la extensión)	Sí 3D Analyst Tools (<u> X </u>) Sí Analyst Tools (<u> X </u>) Sí Data Management Tools (<u> X </u>) Sí Geostatistical Analyst Tools (<u> X </u>) Sí Spatial Analyst Tools (<u> X </u>) Sí Spatial Statistics Tools (<u> X </u>) Sí Otra: Análisis Model Builder de construcción propia.	
¿De qué otra(s) licencia(s) usted dispone para sus labores? ¿Con qué frecuencia las utiliza?	Global Mapper 16 (64-bit) Se utiliza dependiendo de las necesidades.	
¿Utiliza otro software para la generación de información espacial? ¿Cuál?	Utilizo Software para análisis de imágenes satelitales como: SeaDAS 7.2, SNAP Desktop y S1 Toolbox.	
Geoestadística		Observaciones
¿Cuál es su nivel de estadística?	Conocimientos y manejo de Geoestadística Avanzada.	
¿Cómo aplica la estadística en sus labores cotidianas?	La aplico en el análisis exploratorio y estructural de datos, para análisis de estimación o simulaciones geoestadísticas o en el trabajo con imágenes satelitales.	
¿Utiliza algún software estadístico? Señale cual(es)	GS+, Geoestatistical Analyst (extensión de ArcGis)	
Evaluación Marea Roja, Etapa I		Observaciones
Qué limitantes en término del software y sus herramientas, considera usted dificultaron la automatización del sistema solicitado en la primera etapa del proyecto	En términos prácticos no tenemos limitantes de software, ya que el escalamiento del Software y sus herramientas lo he realizado de manera progresiva en función de las necesidades.	La principal limitante es la ausencia de un equipo de trabajo tanto para tareas S.I.G. como de WebMap (implementación, administración, desarrollo e investigación) ya que todo está sustentado por mí.
Evaluación de servidores		Observaciones
Respecto del hardware que tiene su PC: HP Z640 Worstation		
Memoria RAM	32 GB	
Capacidad disco duro	1 Tb	
Procesador	Intel ® Xenon ® CPU ES-2620 v3 2.40Ghz	
Tarjeta de video	NVIDIA Quadro K4200	
Conexión de Red		

Almacenamiento de datos	1 Tb en disco externo y 1 Tb en respaldo.	
¿Considera que los insumos computacionales de su lugar de trabajo son suficientes para desarrollar sus labores?	Si, ya que cumplen con la demanda para el trabajo realizado, lo que se debiera mejorar considerablemente es la conexión internet y/o intranet.	
¿Qué mejora le parecería más urgente?	Tarjeta Gráfica y Procesadores.	

NOMBRE FUNCIONARIO: Oscar Espinoza González		
UNIDAD TÉCNICA A LA QUE PERTENECE: SUBPESCA (Unidad: _____) <input type="checkbox"/> IFOP (Unidad: Depto. Medio Ambiente_)		
Información geográfica		Observaciones
Tipo de información que usted genera (cualitativa, cuantitativa, representación cartográfica...)	Cuantitativa abundancia celular del fitoplancton, cualitativa presencia ausencia de las especies de fitoplancton, estimadores de abundancia relativa de especies nocivas, variables hidrográficas	
¿Con qué periodicidad la produce?	Cada 30 días aproximadamente la mayor parte del año (11 cruceros en un año) en estaciones de región de los Lagos, Aysén y Magallanes	Cada 10 días en las zonas de vigilancia ubicadas en el sur de Chiloé, norte de Aysén y Raúl Marín Balmaceda
¿A quién es dirigida esta información?	La información es remitida a la contraparte de SubPesca.	
¿En sus labores utiliza imágenes satelitales? ¿Cuáles usa?	Como forma exploratoria utilizamos el visualizador de imagen de: https://worldview.earthdata.nasa.gov/	Nuestro grupo de oceanógrafos trabaja con descarga y procesamiento de imágenes satelitales, las cuáles usamos como complemento de la información ambiental del proyecto marea roja
La Unidad donde trabaja, ¿Cuenta con una plataforma de visualización de la información geoespacial generada?	La división de investigación en acuicultura cuenta con un sistema de información geográfica: (http://ifop.maps.arcgis.com/home/index.html)	
De ser afirmativa la respuesta anterior, ¿Cuál es la funcionalidad del visualizador? ¿Con qué periodicidad se actualiza?	La función de SIG es incorporar para cada crucero del marea roja la información de la abundancia relativa de las especies nocivas, a modo de reportes, y que estos puedan ser analizados en el contexto geográfico, además de proveer de capas (imágenes satelitales) que facilitan su relación con variables ambientales.	
¿Qué información le gustaría o considera necesaria incorporar al visualizador institucional?	Es relevante que se puedan hacer preguntas para establecer relaciones entre las distintas capas de información.	
¿En qué formatos (*.jpg, *.shp, *.xls, etc.) trabaja su información?	Los datos son ordenados y procesados fundamentalmente en planillas excel (xls). El análisis de datos en softwares estadísticos (sta, <u>pwk</u>)	
¿Cuáles son sus formatos de salida y volumen (tamaño promedio) aproximado de los productos generados?	Imágenes (jpg, shp), mapas (kml, kmz, srf, emf)	

¿Dónde almacena la información generada (disco duro externo, servidor institucional, computador personal, etc.)? ¿Con qué facilidad puede acceder a ella?	Computador personal, respaldo en disco duro y nube. Acceso diario.	
Análisis Espacial		Observaciones
¿Qué versión de ArcGis utiliza?	El encargado de los SIG de la división es el investigador Christian Espinoza (christian.espinoza@ifop.cl)	Se adjunta el cuestionario de Christian Espinoza para su consulta.
¿Con qué frecuencia utiliza ArcGis? Tiempo dedicado semanalmente		Se adjunta el cuestionario de Christian Espinoza para su consulta.
Indique los toolbox que utiliza (entre paréntesis, indique con un <u>x</u> si cuenta con la licencia de la extensión)	<input type="checkbox"/> 3D Analyst Tools (___) <input type="checkbox"/> Analyst Tools (___) <input type="checkbox"/> Data Management Tools (___) <input type="checkbox"/> Geostatistical Analyst Tools (___) <input type="checkbox"/> Spatial Analyst Tools (___) <input type="checkbox"/> Spatial Statistics Tools (___) <input type="checkbox"/> Otra: _____	Se adjunta el cuestionario de Christian Espinoza para su consulta.
¿De qué otra(s) licencia(s) usted dispone para sus labores? ¿Con qué frecuencia las utiliza?		Se adjunta el cuestionario de Christian Espinoza para su consulta.
¿Utiliza otro software para la generación de información espacial? ¿Cuál?		Se adjunta el cuestionario de Christian Espinoza para su consulta.
Geoestadística		Observaciones
¿Cuál es su nivel de estadística?	Intermedio	Análisis exploratorio, estadística univariada y multivariada, análisis de series de tiempo
¿Cómo aplica la estadística en sus labores cotidianas?	Análisis de la base de datos histórica del proyecto marea roja (2006-2016), principalmente análisis de series de tiempo y estadística multivariada	
¿Utiliza algún software estadístico? Señale cual(es)	Excel, Statistica, Primer, Sigma Plot.	
Evaluación Marea Roja, Etapa I		Observaciones
Qué limitantes en término del software y sus herramientas, considera usted dificultaron la automatización del sistema solicitado en la primera etapa del proyecto		Desde el punto de vista de IFOP estamos trabajando en el actual SIG institucional y desconozco las limitantes de la SUBPESCA.
Evaluación de servidores		Observaciones

Respecto del hardware que tiene su PC:		
Memoria RAM	8 GB	
Capacidad disco duro	455 GB	
Procesador	Intel(R) Core(TM) i5-3470S CPU @ 2.90 GHz	
Tarjeta de video	Intel(R) HD Graphics	
Conexión de Red		
Almacenamiento de datos		
¿Considera que los insumos computacionales de su lugar de trabajo son suficientes para desarrollar sus labores?	De momento debemos mejorar la capacidad de almacenar bases de datos y que éstas estén disponibles para los distintos usuarios	
¿Qué mejora le parecería más urgente?		

NOMBRE FUNCIONARIO: David Andrés Opazo Vega		
UNIDAD TÉCNICA A LA QUE PERTENECE: SUBPESCA (Unidad: _____) <input type="checkbox"/> IFOP (Unidad: Depto. Medio Ambiente_)		
Información geográfica		Observaciones
Tipo de información que usted genera (cualitativa, cuantitativa, representación cartográfica...)	Cuantitativa (abundancia de larvas de mitílidos, variables hidrográficas, biomasa de diatomeas y dinoflagelados) y cualitativa (encuestas a miembros del sector mitilicultor).	La información de variables hidrográficas y biomasa de diatomeas y dinoflagelados es compartida con monitoreo de mareas rojas.
¿Con qué periodicidad la produce?	Cada 10 días aproximadamente la mayor parte del año (31 cruceros en un año) en estaciones de región de los Lagos y Estero Pitipalena (Aysén) (16 estaciones de muestreo en total) y mensual en 8 estaciones de la región de Aysén.	
¿A quién es dirigida esta información?	La información es remitida a la contraparte de SubPesca (envío de planillas Excel) y además es puesta a disposición de miembros del sector mitilicultor (página web).	
¿En sus labores utiliza imágenes satelitales? ¿Cuáles usa?	De forma exploratoria (visor on-line: https://worldview.earthdata.nasa.gov/)	Proyectamos en el mediano plazo realizar análisis de datos extraídos de imágenes satelitales.
La Unidad donde trabaja, ¿Cuenta con una plataforma de visualización de la información geoespacial generada?	La división de investigación en acuicultura cuenta con un sistema de información geográfica (http://ifop.maps.arcgis.com/home/index.html)	
De ser afirmativa la respuesta anterior, ¿Cuál es la funcionalidad del visualizador? ¿Con qué periodicidad se actualiza?	La finalidad del SIG del programa de monitoreo de larvas (http://goo.gl/EYDMmj) es hacer disponible la información generada de abundancias larvianas a miembros del sector mitilicultor y en general a cualquier persona interesada en la información. Las abundancias son actualizadas semanalmente.	
¿Qué información le gustaría o considera necesaria incorporar al visualizador institucional?	Alguna herramienta de visualización que permita a los mitilicultores entender de mejor forma la información que la plataforma contiene (e.g., gráficos interactivos, opciones como las del explorador del CR2: http://explorador.cr2.cl/)	
¿En qué formatos (*.jpg, *.shp, *.xls, etc.) trabaja su información?	La información es ordenada en Excel pero es subida a la plataforma en pdf.	
¿Cuáles son sus formatos de salida y volumen (tamaño promedio) aproximado de los productos generados?	En la plataforma, las abundancias se suben en pdf, 1 archivo por estación de muestreo, 24 archivos en total con un tamaño de 5 MB app.	
¿Dónde almacena la información generada (disco duro externo, servidor institucional, computador personal, etc.)?	Computador personal en oficina.	

¿Con qué facilidad puede acceder a ella?		
Análisis Espacial		Observaciones
¿Qué versión de ArcGis utiliza?	El encargado de los SIG de la división es el investigador Christian Espinoza (christian.espinoza@ifop.cl), el mantiene la plataforma, en el proyecto solo subimos los archivos pdf.	
¿Con qué frecuencia utiliza ArcGis? Tiempo dedicado semanalmente	El encargado de los SIG de la división es el investigador Christian Espinoza (christian.espinoza@ifop.cl), el mantiene la plataforma, en el proyecto solo subimos los archivos pdf.	
Indique los toolbox que utiliza (entre paréntesis, indique con un <u>x</u> si cuenta con la licencia de la extensión)	<input type="checkbox"/> 3D Analyst Tools (___) <input type="checkbox"/> Analyst Tools (___) <input type="checkbox"/> Data Management Tools (___) <input type="checkbox"/> Geostatistical Analyst Tools (___) <input type="checkbox"/> Spatial Analyst Tools (___) <input type="checkbox"/> Spatial Statistics Tools (___) <input type="checkbox"/> Otra: _____	El encargado de los SIG de la división es el investigador Christian Espinoza (christian.espinoza@ifop.cl), el mantiene la plataforma, en el proyecto solo subimos los archivos pdf.
¿De qué otra(s) licencia(s) usted dispone para sus labores? ¿Con qué frecuencia las utiliza?		
¿Utiliza otro software para la generación de información espacial? ¿Cuál?		
Geoestadística		Observaciones
¿Cuál es su nivel de estadística?	Intermedio	Tengo conocimiento en: análisis exploratorio, estadística univariada y multivariada, análisis de series de tiempo (e.g., test de comparación de medias mediante permutaciones, análisis de cluster, de ordenación restringida y no restringida, correlaciones cruzadas, etc.)
¿Cómo aplica la estadística en sus labores cotidianas?	Para el análisis de los datos generados durante cada etapa del programa de monitoreo.	
¿Utiliza algún software estadístico? Señale cual(es)	Excel y R, SigmaPlot para las gráficas.	
Evaluación Marea Roja, Etapa I		Observaciones
Qué limitantes en término del software y sus herramientas, considera usted dificultaron la automatización del sistema solicitado en la primera etapa del proyecto		
Evaluación de servidores		Observaciones

Respecto del hardware que tiene su PC:		
Memoria RAM	4 GB	
Capacidad disco duro	455 GB	
Procesador	Intel(R) Core(TM) i5-3470S CPU @ 2.90 GHz	
Tarjeta de video	Intel(R) HD Graphics	
Conexión de Red		
Almacenamiento de datos		
¿Considera que los insumos computacionales de su lugar de trabajo son suficientes para desarrollar sus labores?	Son mejorables, sobre todo para cuando se debe trabajar con bases de datos grandes.	
¿Qué mejora le parecería más urgente?	Aumentar RAM	

ANEXO 6 OBJETIVO ESPECÍFICO N°6

PROGRAMA DEL CURSO

1. IDENTIFICACIÓN DEL CURSO

NOMBRE	: "HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA EL ANÁLISIS DE ECOSISTEMAS MARINOS"
NUMERO DE ALUMNOS	: 5
HORAS PRESENCIALES	: 50
NIVEL DEL CURSO	: Básico/Intermedio.
MATERIALES	: Manual con los contenidos y laboratorios prácticos.
LUGAR	: Sala multimedial de la Escuela de Ciencias del Mar, PUCV.
FECHA Y HORARIOS	: Ver ANEXO 6: Cronograma del curso.

2. DESCRIPCIÓN DEL CURSO

Curso teórico-práctico que busca desarrollar, en los profesionales de la División de Acuicultura de SUBPESCA, las habilidades de programación y modelado estadístico con el programa de libre acceso R, así como también las capacidades de visualizar espacialmente el resultado del modelado estadístico.

El contenido está basado en el correcto uso de R (entorno y lenguaje de programación con un enfoque al análisis estadístico) para poder implementar técnicas de análisis y modelado de datos biológicos relativos a calibrar y validar modelos estadísticos que ayuden al entendimiento y predicción de los fenómenos ecológicos a estudiar.

Para el desarrollo de este curso se utilizarán los programas R (R Cran Project) y la interfaz gráfica Rstudio.

3. OBJETIVOS TERMINALES

Su principal objetivo es implementar los conocimientos y habilidades de programación estadística basados en la plataforma R, incorporar el conocimiento teórico del modelado de datos ecológicos y exportación y visualización gráfica de los resultados.

4. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA Y REQUISITOS DE APROBACIÓN

La enseñanza del curso se basará en:

- Clases Expositivas (**CE**), durante las cuales se entregarán los elementos centrales del tema propuesto para la unidad.
- Laboratorios orientados a tratamiento de información (**LAB**).

Las clases expositivas se efectuarán en forma paralela a las clases prácticas y los trabajos dirigidos. La aprobación del estudiante requerirá que cumpla con la rendición de evaluaciones escritas y trabajos dirigidos efectuados en los laboratorios.

5. EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

- ◆ Tipo de evaluación: Se realizarán 3 controles teórico-prácticos, con igual ponderación.
- ◆ Asistencia mínima: 75% (3 días inasistencia).

6. UNIDADES TEMÁTICAS

6.1. PRIMERA UNIDAD (CE y LAB): Introducción a la programación en R y RStudio

Contenidos:

Teoría: Operaciones y funciones matemáticas y estadísticas básicas.

Introducción al Software de programación R y a la Interfaz Gráfica RStudio.

Descarga, instalación y mantenimiento (Housekeeping) del software R y de los paquetes (packages) estadísticos necesarios a utilizar.

Descarga, instalación y configuración del software de interfaz gráfica RStudio.

Manejo del workspace y de scripts.

Autoaprendisaje de R (ayuda integrada, recursos, blogs, etc.)

6.2. SEGUNDA UNIDAD (CE y LAB): Tipos de datos y estructuras en R

Contenidos:

Teoría: Estructura de datos en R y análisis estadísticos.

Programación básica y cálculos generales (R como una calculadora).

Programación básica orientada a objetos (vectores, listas, matrices y dataframes).

Concatenación y combinación de datos.

Ordenamiento, indexación y manipulación general de objetos.

6.3. TERCERA UNIDAD (CE y LAB): Importación y manejo de datos en R

Contenidos:

Importación de datos desde diferentes plataformas

Excell, *.txt, etc.

Manipulación de dataframes (*subset()*, *order()*, creación de columnas, *Nas*, etc.).

6.4. CUARTA UNIDAD (CE y LAB): Funciones básicas en R

Contenidos:

Teoría: Funciones básicas y estadística descriptiva.

Creación de datos (*seq()*, *rep()*, *:*, etc.).

Estadística descriptiva (*mean()*, *sd()*, *sqrt()*, *Nas*, *NaN*, etc.).

Funciones *tapply()*, *sapply()*, *lapply()*, *str()*, *table()*, *summary()*.

6.5. QUINTA UNIDAD (CE y LAB): Herramientas básicas de gráficos en R

Contenidos:

Teoría: Introducción a gráficos estadísticos.

Gráficos en la distribución base de R.
Exportación de gráficos.

6.6. SEXTA UNIDAD (CE y LAB): Funciones avanzadas en R

Contenidos:

Teoría: Funciones estadísticas avanzadas en R.
Introducción a los loops.
Programación de loops.
Funciones.

6.7. SÉPTIMA UNIDAD (CE y LAB): Herramientas avanzadas de gráficos en R

Contenidos:

Teoría: Gráficos estadísticos avanzados.
Introducción al paquete “ggplot2”.
Exploración visual de datos con fines estadísticos.

6.8. OCTAVA UNIDAD (CE y LAB): Modelado estadístico con R

Contenidos:

Teoría: Introducción a la modelación estadística en R.
Introducción a los modelos estadísticos.
Modelos lineales.
Modelos lineales Generalizados.
Modelos Aditivos.
Modelos Aditivos Generalizados.

6.9. NOVENA UNIDAD (CE y LAB): Visualización modelos estadísticos

Contenidos:

Teoría: Introducción al diseño e implementación de geoportales.
Predicción de modelos estadísticos.
Integración con plataformas geo-espaciales.

Geoportales:

- Introducción a los Geoportales.
- Funciones básicas de un Geoportal: representación del mapa, proyección de datos, consultas, diccionarios, metadatos de capas y servicios, análisis, visualización, extracción y descarga de información.
- Capacidades del Geoportal: búsqueda, mapas, publicación y administración de datos.
- Clasificación de los Geoportales: de contenido, transaccionales, colaborativos, de conocimiento.
- Tipología de Geoportales: de catálogo, de aplicación, empresariales.
- Componentes del geoportal: Data Management, Web Service, Portal Web.
- ArcObjects: fundamentos básicos.
- Elementos y ambientes de trabajo: Bases de Datos (SQL), Codificadores web (xml, soap, wsd, wms, wfs, gml), Visualizadores de mapas (html, http, xls, xml, jsp, asp).
- ArcGis Online.

- Visualizadores de mapas y scripts de libre acceso: visualizador de mapas, visualizador online Desktop QGIS (Leaflet), Leaflet + R Cran Project y script Google Earth para la visualización de información geográfica.

7. BIBLIOGRAFÍA CURSO DE CAPACITACIÓN

Crawley M. J. (2013) The R Book. Wiley. 1060 pp.

[<http://www.bio.ic.ac.uk/research/mjcraw/therbook/index.htm>]

Grolemund G. (2014) Hands-On Programming with R. O'Reilly. 247 pp.

Husson F. Lê et Pagès. (2009). Analyse de données avec R. Presses Universitaires de Rennes. 224 pp.

Verzani J. (2011) Getting Started with Rstudio . O'Reilly. 92 pp.

Zuur *et al* () Begginer's

Zuur *et al* () Mixed Effects Models in Ecology With R.

8. AULA VIRTUAL PUCV

Uso complementario del Aula Virtual de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (<http://aula.virtual.ucv.cl/>) para potenciar las prácticas educativas y los procesos de enseñanza y aprendizaje con uso de tecnologías TICs como apoyo al curso de capacitación y con una garantía de soporte por 3 meses después de terminado el proyecto.

9. RELATORES

Académico PUCV responsable coordinación curso: Dr. Claudio Silva.

Relator Unidad 1-5: Dr. Claudio Silva.

Relator Unidad 6-8: Dr. Antonio Canepa, MSc. Pedro Apablaza.

Relator Unidad 9: Geógrafo Cristián Larraguibel.

Asistentes del curso

MSc. José Lastra

MSc. Viviana Vargas

Geo. Cristián Larraguibel

Ing. Pesq. Jaime Aguilera

Ing. Pesq. Ma. Eugenia Gallardo

CRONOGRAMA DEL CURSO

	1º SEMANA	2º SEMANA	3º SEMANA	4º SEMANA	5º SEMANA
	31-mar-17	07-abr-17	14-abr-17	21-abr-17	28-abr-17
	1º UNIDAD	2º UNIDAD	3º-4º UNIDAD	5º UNIDAD	Evaluación 1
1º HORA 9:00-10:00	Bienvenida al Curso UNIDAD 1. Introducción a R y RStudio <i>Operaciones y funciones matemáticas y estadísticas básicas</i>	UNIDAD 2. Tipos de datos y estructuras en R <i>Estructura de datos en R y análisis estadísticos</i>	UNIDADES 3 Y 4. Manejo datos en R y Estadística descriptiva <i>Funciones básicas y estadística descriptiva</i>	UNIDAD 5. Herramientas básicas de gráficos en R <i>Introducción a gráficos estadísticos</i>	EVALUACION UNIDAD 1-5:
2º HORA 10:00-11:00	1.1. Introducción a R y Rstudio 1.2. Descarga, instalación y mantenimiento del software R y paquetes estadísticos. 1.3. Descarga, instalación y configuración del software de interfaz gráfica Rstudio	2.1. Programación básica y cálculos generales (R como una calculadora)	UNIDAD 3. Importación y manejo de datos en R 3.1. Importación de datos desde diferentes plataformas (CSV, txt, Excel) 3.2. Manejo de data.frames (subset(), order(), creación de columnas, Nas)	5.1. Gráficos con la función plot() 5.2. Exportación de gráficos 5.3. Visualización de varios gráficos 5.4. Gráficos de histograma 5.5. Gráficos de densidad Kernel 5.6. Gráfico de puntos 5.7 Gráficos de barra	EVALUACION UNIDAD 1-5:
<i>Coffee</i>					
3º HORA 11:30-12:30	1.4. Manejo básico de RStudio: workspace y scripts	2.2. Programación básica orientada a objetos (variables, vectores, listas, matrices y dataframes)	UNIDAD 4. Funciones básicas en R 4.1. Creación de datos (seq(), rep(), :, etc.)	5.9. Gráficos circulares (torta) 11 5.10. Gráficos circulares (torta) 3D 13 5.11. Gráficos de caja (Boxplots) 13 5.12. Gráficos de dispersión (X-Y) simple 16	Aplicaciones de R en análisis de ecosistemas marinos
4º HORA 12:30-13:30	1.5. Autoaprendizaje de R (ayuda integrada, help, examples, demo, recursos, blogs, etc.)	2.2. Programación básica orientada a objetos (variables, vectores, listas, matrices y dataframes)	4.2. Estadística descriptiva	5.13. Matriz de gráficos de dispersión 5.14. Como modificar los parámetros de los gráficos	Aplicaciones de R en análisis de ecosistemas marinos
TOTAL HRS	4	8	12	16	20

Clases teóricas

Laboratorios

Evaluaciones

	6º SEMANA	7º SEMANA	8º SEMANA	9º SEMANA
	05-may-17	12-may-17	19-may-17	26-may-17
	6º UNIDAD	7º UNIDAD	8º UNIDAD	8º UNIDAD
1º HORA 9:00-10:00	UNIDAD 6. Funciones avanzadas en R <i>Funciones estadísticas avanzadas en R</i>	Unidad 7. Herramientas avanzadas de gráficos en R <i>Gráficos estadísticos avanzados</i>	Unidad 8. Modelado estadístico en R <i>Introducción a la modelación estadística en R</i>	Unidad 8. Modelado estadístico en R <i>Introducción a la modelación estadística en R</i>
2º HORA 10:00-11:00	6.1. Introducción a los loops	7.1. Introducción al paquete ggplot2	8.1. Introducción al modelado estadístico 8.2. Modelos lineales 8.3. Modelos lineales Generalizados 8.4. Modelos aditivos Generalizados	8.5. Modelos geoestadísticos
<i>Coffee</i>	<i>Coffee brake</i>			
3º HORA 11:30-12:30	6.2. Programación de loops	7.2. Exploración visual de datos con fines estadísticos	8.1. Introducción al modelado estadístico 8.2. Modelos lineales 8.3. Modelos lineales Generalizados 8.4. Modelos aditivos Generalizados	8.5. Modelos geoestadísticos
4º HORA 12:30-13:30	6.3. Funciones	7.2. Exploración visual de datos con fines estadísticos	8.1. Introducción al modelado estadístico 8.2. Modelos lineales 8.3. Modelos lineales Generalizados 8.4. Modelos aditivos Generalizados	8.5. Modelos geoestadísticos
TOTAL HRS	24	28	32	36

Clases teóricas

Laboratorios

Evaluaciones

	10º SEMANA	11º SEMANA	12º SEMANA	13º SEMANA
	02-jun-17	09-jun-17	16-jun-17	23-jun-17
	Evaluación 2	9º UNIDAD	9º UNIDAD	Evaluación 3
1º HORA 9:00-10:00	EVALUACION UNIDAD 6-8:	Unidad 9. Visualización modelos estadísticos <i>Introducción al diseño e implementación de geoportales</i>	Unidad 9. Visualización modelos estadísticos <i>Introducción al diseño e implementación de geoportales</i>	EVALUACION UNIDAD 9:
2º HORA 10:00-11:00	EVALUACION UNIDAD 6-8:	9.1. Predicción de modelos estadísticos	9.1. Predicción de modelos estadísticos	EVALUACION UNIDAD 9:
<i>Coffee</i>		<i>Coffee brake</i>		
3º HORA 11:30-12:30	Predicción de modelos estadísticos e integración con plataformas geo-espaciales: Geoportales	9.2. Integración con plataformas geo-espaciales	9.2. Integración con plataformas geo-espaciales	
4º HORA 12:30-13:30	Predicción de modelos estadísticos e integración con plataformas geo-espaciales: Geoportales	9.3. Geoportales	9.3. Geoportales	
TOTAL HRS	40	44	48	50

Clases teóricas	Laboratorios	Evaluaciones
-----------------	--------------	--------------

JUSTIFICACIÓN REEMPLAZO ALUMNA CURSO DE CAPACITACIÓN

Fwd: RV: Programa de la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos

Recibidos x



Claudio Silva Gallinato

para mí

2 may (hace 7 días)



----- Mensaje reenviado -----

De: Jorge Naranjo <jnaranjo@subpesca.cl>

Fecha: 27 de abril de 2017, 14:58

Asunto: RV: Programa de la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos

Para: "Claudio Silva Gallinato" <claudio.silva@pucv.cl> <claudio.silva@pucv.cl>

Estimado Claudio:

Qué tal?, junto con saludar, te comento que la colega de la Unidad Ambiental Gabriel Romero fue seleccionada por una pasantía del Programa de la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos de la CPPS para una pasantía por 3 meses por lo que no podrá seguir realizando el curso, por lo que consulto: es posible cubrir ese cupo con otro profesional?, considerando que para este Viernes está programada la primera evaluación: es posible realizar algún ajuste?

Que atento a sus comentarios.

Un cordial saludo.

De: Eugenio Andres Zamorano Villalobos

Enviado el: jueves, 27 de abril de 2017 13:03

Para: Acuicultura; Pablo Correa; Jonathan Castillo

Asunto: Programa de la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos

Estimados:

Junto con saludarlos, les quiero contar que Gabriela Romero ha sido seleccionada para participar en representación de Chile en el Programa de la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos, organizado por la Secretaría General de la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS), de la cual Chile es miembro.

La postulación a este programa tenía como requisitos:

- Ser funcionario público de los países miembros, que trabajen en áreas vinculadas al derecho internacional público, organizaciones internacionales, derecho del mar, derecho ambiental internacional, derecho minero, biología marina, geología, oceanografía e hidrografía
- Poseer un título universitario
- No superar la edad de 35 años
- Acreditar experiencia en las áreas antes enunciadas, y
- Acreditar buen dominio de los idiomas inglés o francés.

Como verán, Gabriela cumplía con todos los requisitos solicitados y fue la razón por la cual propiciamos y apoyamos su postulación, la que finalmente fue aceptada.

Este programa consiste en una pasantía que se desarrollará en la ciudad de Kingston, Jamaica por tres meses, desde el 15 de mayo al 18 de agosto de 2017.

Quiero expresar nuevamente mis felicitaciones a Gabriela por este reconocimiento. Debemos sentirnos orgullosos por el hecho de que un profesional de esta División nos representará de muy buena forma en una instancia de carácter internacional. Tengo la certeza de que esta pasantía será exitosa tanto para Gabriela como para la institución, con ocasión del conocimiento que adquirirá y que podrá aplicar en nuestra Institución a su regreso.

Agradezco además a todas las demás profesionales de la Unidad Ambiental, pues esto nos demandará ajustes internos para poder absorber las tareas que efectúa Gabriela y por lo mismo, hago un fuerte llamado a la colaboración para que podamos sortear de la mejor forma posible su ausencia de tres meses.

Saludos a todos

P.D.: encargos y souvenirs verlos directamente con Gabriela



Eugenio Zamorano Villalobos
Médico Veterinario
Jefe División de Acuicultura

Subsecretaría de Pesca y Acuicultura | Gobierno de Chile
+56 32 250 2737
+56 97 659 8939

Usuarios matriculados

Matricular usuarios

Buscar
 Métodos de matriculación Todos
 Rol Estudiante
 Grupo Todos los

Estado Todos
Filtro
Reiniciar

Nombre / Apellido(s) / Dirección de correo	Último acceso al curso	Roles	Grupos	Métodos de matriculación
JONATHAN CASTILLO jonathan.castip@gmail.com	6 días 6 horas	Estudiante		Matriculación manual desde jueves, 23 de marzo de 2017, 00:00
CONSTANZA LANDEROS cflanderos@gmail.com	Nunca	Estudiante		Matriculación manual desde lunes, 8 de mayo de 2017, 00:00
JORGE NARANJO jnaranjo@subpesca.cl	9 días 21 horas	Estudiante		Matriculación manual desde jueves, 23 de marzo de 2017, 00:00
GABRIELA ROMERO gromero@subpesca.cl	55 minutos 17 segundos	Estudiante		Matriculación manual desde jueves, 23 de marzo de 2017, 00:00
DAISY SAN PEDRO dspedro@subpesca.cl	3 días 6 horas	Estudiante		Matriculación manual desde jueves, 23 de marzo de 2017, 00:00
DANIEL SEGURA dsegura@subpesca.cl	3 días 3 horas	Estudiante		Matriculación manual desde jueves, 23 de marzo de 2017, 00:00
FLOR URIBE furibe@subpesca.cl	Nunca	Estudiante		Matriculación manual desde lunes, 8 de mayo de 2017, 00:00

Matricular usuarios

Figura 225. Modificación de los profesionales de SUBPESCA matriculados en el curso de capacitación (en rectángulo rojo las alumnas incorporadas).

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LAS CLASES DEL CURSO DE CAPACITACIÓN



Figura 226. Dr. Claudio Silva dictando clases del curso a los profesionales de Subpesca en la sala multimedial de la Escuela de Ciencias del Mar, PUCV.



Figura 227. Dr. Antonio Canepa dictando clases del curso a los profesionales de Subpesca en la sala multimedial de la Escuela de Ciencias del Mar, PUCV.



Figura 228. MSc Pedro Apablaza dictando el capítulo modelos geostatísticos del curso a los profesionales de Subpesca en la sala multimedial de la Escuela de Ciencias del Mar, PUCV.

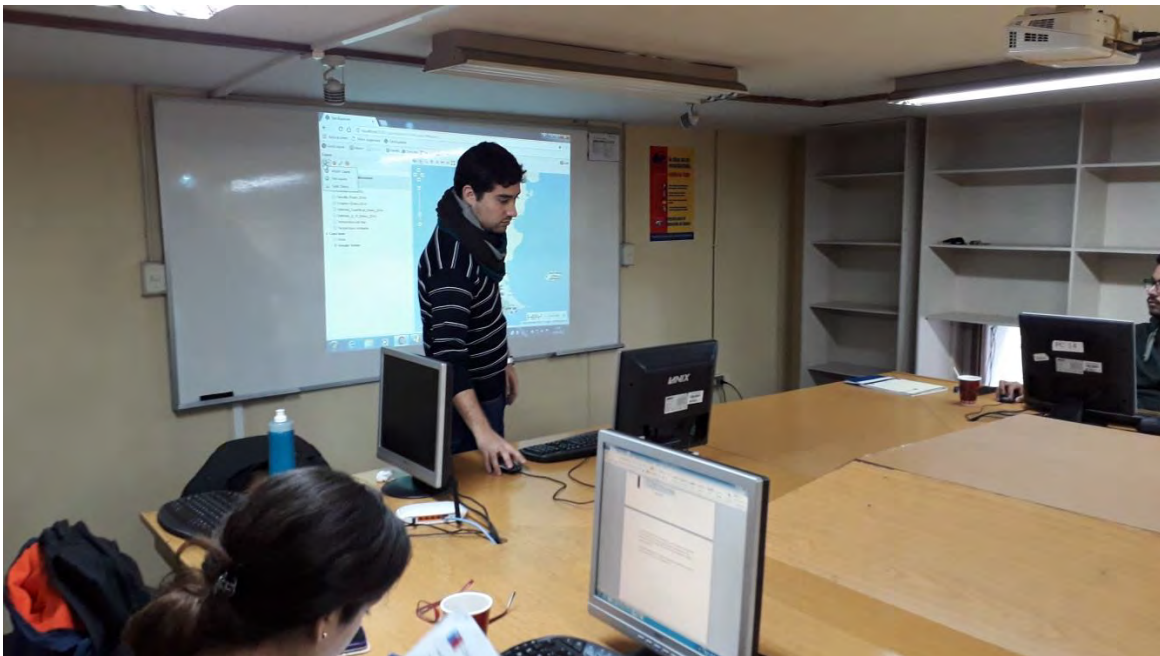


Figura 229. Geógrafo Cristián Larraguibel dictando la Unidad 9 del curso a los profesionales de Subpesca en la sala multimedial de la Escuela de Ciencias del Mar, PUCV.

MÓDULOS DEL AULA VIRTUAL COMO APOYO AL CURSO DE CAPACITACIÓN

The screenshot shows the virtual classroom interface for the course "CURSO DE HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA EL ANÁLISIS DE ECOSISTEMAS MARINOS". The interface is organized into several sections:

- Navigation Menu:** Located at the top, it includes options like "Página Principal", "Área general", "Mis cursos", "Curso actual", "Información", and "Activar edición".
- Course Information:** The main content area displays the course title, "CURSO DE HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA EL ANÁLISIS DE ECOSISTEMAS MARINOS", and a list of modules (Módulo 1 through Módulo 9).
- Programa Curso:** A section titled "PROGRAMA DEL CURSO" with a date of 2016-13_27mar2017.
- Cronograma Curso:** A section titled "CRONOGRAMA DEL CURSO" with a date of 2016-13_27mar2017.
- Comunicación:** A section titled "Avisos - Novedades".
- NOTAS EVALUACIONES:** A section listing evaluation notes (Notas_Evaluación1, Notas_Evaluación2, Notas_Evaluación3).
- NOTAS FINALES:** A section listing final notes (Notas_Finales).
- CERTIFICADOS:** A section listing certificates (Certificados de Aprobación).

The right sidebar contains additional information, including the "Sitio Web Unidad Académica" logo and sections for "Personas", "Eventos próximos", "Actividad reciente", "ACTUALIZACIONES DE CURSOS", and "Navegación".

Figura 230. Página de información general del Aula Virtual del curso de capacitación.

[Página Principal](#)
[Área personal](#)
[Mis cursos](#)
[Curso actual](#)
[Herramientas](#)
[Activar edición](#)

CURSO DE HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA EL ANÁLISI... Módulo 1

[Información General](#)
[Módulo 1](#)
[Módulo 2](#)
[Módulo 3](#)
[Módulo 4](#)
[Módulo 5](#)
[Módulo 6](#)
[Módulo 7](#)

[Módulo 8](#)
[Módulo 9](#)

MÓDULO 1

INTRODUCCIÓN A LA PROGRAMACIÓN EN R Y R STUDIO

Clase 1: 31 Marzo 2017

- Curso-Proy-FIPA_2016-13_clase1-PROGRAMA-CRONOGRAMA
- Curso-Proy-FIPA_2016-13_clase1

Laboratorio práctico

- Laboratorio1-Unidad1-FIPA2016-13_31mar2017
- Archivos Laboratorio
- tsm.csv

WEBGRAFÍA

- página principal de R (oficialmente R-project)
- Descargar R desde sitio espejo de la PUCV
- Descargar interfaz gráfica RStudio
- R Mailing List: Primary help
- CRAN Task Views
- Crantastic, a community site for R packages where you can search for, review and tag CRAN packages.
- Quick-R
- An R Introduction to Statistics

[← Información General](#)
[Módulo 2 ►](#)

Figura 231. Material de apoyo disponible (Módulo 1) en el Aula Virtual del curso de capacitación.

🏠 Página Principal 🧑 Área personal 📚 Mis cursos 👤 Curso actual 🛠 Herramientas **📄 Activar edición**

CURSO DE HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA EL ANÁLISIS... Módulo 2

Información General Módulo 1 **Módulo 2** Módulo 3 Módulo 4 Módulo 5 Módulo 6 Módulo 7
Módulo 8 Módulo 9

MOBILIDAD **TIPOS DE DATOS Y ESTRUCTURAS EN R**

Clase 2: 7 Abril 2017

- 📄 Curso-Proy-FIPA_2016-13_clase2_actualizado7abr2017

Laboratorio práctico

- 📄 Laboratorio2-Unidad2-FIPA2016-13_7 abril2017

BIBLIOGRAFÍA

- 📄 The R Book. 2nd edition. Michael Crawley 2013.
- 📄 Introducción a R. En español. R Development Core Team 2000.

◀ Módulo 1 Módulo 3 ▶

Figura 232. Material de apoyo disponible (Módulo 2) en el Aula Virtual del curso de capacitación.


Página Principal Área personal Mis cursos Curso actual Herramientas [Activar edición](#)

CURSO DE HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA EL ANÁLISIS... Módulo 3


Información General Módulo 1 Módulo 2 **Módulo 3** Módulo 4 Módulo 5 Módulo 6 Módulo 7
Módulo 8 Módulo 9

MÓDULO 3 IMPORTACIÓN Y MANEJO DE DATOS EN R







Clase 3: 21 Abril 2017

 [Curso-Proy-FIPA_2016-13_clase3_actualizado21abr2017](#)

Laboratorio práctico (7 y 21 abril)

 [Laboratorio3-Unidad3-FIPA2016-13_7-21abril2017](#)

Archivos Laboratorio 3

-  [Baseinte20082013.csv](#)
-  [baseinte20082013.txt](#)
-  [tsm-estac.csv](#)
-  [claa-estac.csv](#)
-  [tsm-estac-sur.csv](#)
-  [tsm-estac-norte.csv](#)

◀ Módulo 2 Módulo 4 ▶

Figura 233. Material de apoyo disponible (Módulo 3) en el Aula Virtual del curso de capacitación.

Página Principal Área personal Mis cursos Curso actual Herramientas **Activar edición**

CURSO DE HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA EL ANÁLISI... Módulo 4

Información General Módulo 1 Módulo 2 Módulo 3 **Módulo 4** Módulo 5 Módulo 6 Módulo 7
Módulo 8 Módulo 9

MÓDULO 4: FUNCIONES BÁSICAS EN R

Clase 3: 21 Abril 2017

- Curso-Proy-FIPA_2016-13_clase3_actualizado21abr2017

Laboratorio práctico

- Laboratorio4-Unidad4-FIPA2016-13_21abril2017

Archivos Laboratorio 4

- Baseinte20082013.csv

Figura 234. Material de apoyo disponible (Módulo 4) en el Aula Virtual del curso de capacitación.

Información General	Módulo 1	Módulo 2	Módulo 3	Módulo 4	Módulo 5	Módulo 6	Módulo 7
Módulo 8	Módulo 9						



MÓDULO 5 **HERRAMIENTAS BÁSICAS DE GRÁFICOS EN R**

Clase 4: 28 Abril 2017

- Curso-Proy-FIPA_2016-13_clase4_28abr2017

Laboratorio práctico

- Lab5-Unidad5-fip2016-13_28-abril-2017

Archivos Laboratorio 5

- baseinte20082013.csv
- jurel.xls
- jurel.csv
- tempsal20082013.csv

Entrega Evaluación 1. 28 abril hasta 13:35 hrs

- Evaluación 1

◀ Módulo 4 Módulo 6 ▶

Figura 235. Material de apoyo disponible (Módulo 5) en el Aula Virtual del curso de capacitación.

Página Principal Área personal Mis cursos Curso actual Herramientas [Activar edición](#)

CURSO DE HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA EL ANÁLISI... Módulo 6


Información General Módulo 1 Módulo 2 Módulo 3 Módulo 4 Módulo 5 **Módulo 6** Módulo 7

Módulo 8 Módulo 9

MÓDULO 6 FUNCIONES AVANZADAS EN R




Clase 5: 5 Mayo 2017

Laboratorio práctico


 Lab6-Unidad6-fip2016-13_5-mayo-2017

Archivos Laboratorio 6

Scripts y Workspace

-  FuncionesAvanzadas.R
-  FuncionesAvanzadas.RData
-  FuncionesAvanzadas-Markdown.R

Datos

-  Owls.txt

◀ Módulo 5 Módulo 7 ▶

Figura 236. Material de apoyo disponible (Módulo 6) en el Aula Virtual del curso de capacitación.



MÓDULO 7 **HERRAMIENTAS AVANZADAS DE GRÁFICOS EN R**

Clase 6: 12 Mayo 2017

Laboratorio práctico

 Lab7_Unidad7_Fip2016-13_12-mayo-2017

Archivos Laboratorio 7

Scripts y Workspace

-  GraficasAvanzadas.R
-  panel.hist.R
-  panel.smooth.R
-  panel.cor.R
-  GraficasAvanzadas.RData

Datos

-  baseinte20082013.csv
-  ElphickBirdData.txt
-  SparrowsElphick.txt

Figura 237. Material de apoyo disponible (Módulo 7) en el Aula Virtual del curso de capacitación.

Información General	Módulo 1	Módulo 2	Módulo 3	Módulo 4	Módulo 5	Módulo 6	Módulo 7
Módulo 8	Módulo 9						

Módulo 8

MODELADO ESTADÍSTICO CON R

Clase 7: 19 Mayo 2017

Laboratorio práctico

Lab8_Unidad8_Fip2016-13_19mayo2017

Archivos Laboratorio 8

Scripts y Workspace

- Lineal_Model.R
- panel.cor.R
- panel.hist.R
- panel.smooth.R
- Lineal_Model.RData

Datos

- visreg.pdf

Clase 8: 26 Mayo 2017 Modelos Geoestadísticos

Curso-Proy-FIPA_2016-13_clase8_26may2017

Laboratorio práctico 9

- EJEMPLO 1
- EJEMPLO 2
- EJEMPLO 3

Scripts Útiles

- Script utiles

Referencias y libros de interés

- Referencias y libros de interés

Figura 238. Material de apoyo disponible (Módulo 8) en el Aula Virtual del curso de capacitación.

CURSO DE HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA EL ANÁLISIS... Módulo 9

[Información General](#)
[Módulo 1](#)
[Módulo 2](#)
[Módulo 3](#)
[Módulo 4](#)
[Módulo 5](#)
[Módulo 6](#)
[Módulo 7](#)

[Módulo 8](#)
[Módulo 9](#)

MÓDULO 9 **VISUALIZACIÓN MODELOS ESTADÍSTICOS**

Clase 9: 2 junio 2017

 **EVALUACIÓN 2**

Subir archivos comprimidos con todo lo solicitado en la hoja de evaluación

Clase 10: 9 junio 2017

-  Introducción al Web Mapping
-  Guía Nº1: Introducción al Web Mapping
-  Guía Nº2: Construcción de Simbologías y Publicación de Mapas Web
-  Archivos Clase 9 Junio: Web Mapping

Clase 11: 16 junio 2017

-  Leaflet
-  CoffeeCup Free HTML Editor
-  Basemaps

Clase 12: 23 junio 2017

 **EVALUACION 3**

Figura 239. Material de apoyo disponible (Módulo 9) en el Aula Virtual del curso de capacitación.

CERTIFICACIONES CURSO DE CAPACITACIÓN

4/7/2017	Actividades de Extensión Académica	
DESCRIPCIÓN DICTACIÓN		
RESOLUCIÓN/ESTADO	27/2017 - CERRADA EN UA	
NOMBRE ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA EL ANÁLISIS DE ECOSISTEMAS MARINOS	
TIPO ACTIVIDAD	Curso	
NÚMERO DE HORAS / TIPO HORA	50 - cronológicas	
FECHA DE INICIO	31/03/2017	
FECHA DE TÉRMINO	23/06/2017	
COBERTURA	Cerrada para una institución	
DICTADA A LA INSTITUCIÓN	SUBSECRETARÍA DE PESCA	
CUPO	5	
TIPO EVALUACIÓN	APROBACIÓN	
TIPO DE CALIFICACIÓN	1,0 - 7,0	
NOTA MÍNIMA	4,0	
ASISTENCIA MÍNIMA	75%	
SEDE DE DICTACIÓN	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO	
DIRECCIÓN SEDE	Sala Multimedia, Escuela de Ciencias del Mar, Avda. Altamirano 1480, Valparaíso	
COMUNA SEDE	Valparaíso	
VALOR DE INSCRIPCIÓN TOTAL	4.000.000 Pesos	
ACADÉMICO RESPONSABLE	SILVA GALLINATO CLAUDIO	
TELÉFONO	56961183143	
MAIL	claudio.silva@pucv.cl	
RELADORES	IDENTIFICADOR	NOMBRE DE RELATOR
	12850900-3	Apablaza Bastías Pedro ALEJANDRO
	10785746-k	Canepa Oneto Antonio Jesús
	17264411-2	LARRAGUIBEL GONZÁLEZ CRISTIAN ROBERTO
	8390045-8	SILVA GALLINATO CLAUDIO

Figura 240. Certificado de inscripción del curso de capacitación “Herramientas estadísticas para el análisis de ecosistemas marinos” como Actividad de Extensión Académica en la Dirección General de Vinculación con el medio de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

DIRECCIÓN GENERAL DE VINCULACIÓN CON EL MEDIO

ACTIVIDAD DE EXTENSIÓN ACADÉMICA

RESOLUCIÓN N° 27/2017

REF: Autoriza actividad de
extensión académica que indica.

Valparaíso, 17 de marzo de 2017

VISTOS:

1ª La proposición formulada por la Dirección la Escuela de Ciencias del Mar para impartir en calidad de Actividad de Extensión Académica el Curso denominado: **HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA EL ANÁLISIS DE ECOSISTEMAS MARINOS**

2ª La recomendación fundada de autorización entregada por la Dirección de Cooperación Técnica, según consta en su Oficio N. 27/2017

3ª La circunstancia que la actividad individualizada en el visto 1º precedente fue calificada como Actividad de Extensión Académica por la antes mencionada Unidad y,

4ª Lo establecido en el Decreto de Rectoría Académico N° 228/2004 y N° 63/2010.

RESUELVO:

1. Autorízase a la Escuela de Ciencias del Mar, para impartir el Curso "HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA EL ANÁLISIS DE ECOSISTEMAS MARINOS" en calidad de Actividad de Extensión Académica.

2. Podrán participar de este Curso los interesados designados por: SUBSECRETARÍA DE PESCA

3. Dicho Curso tendrá un costo total de \$4.000.000, que se destinará a solventar los gastos que demande la realización del mismo.

4. El Curso se desarrollará en Valparaíso, entre el 31 de marzo y el 23 de junio de 2017, no otorgará créditos, tendrá una duración de 50 hrs. cronológicas, será coordinado por Claudio Silva Gallinato e impartido por Pedro Apablaza Bastías, Antonio Canepa Oneto, Cristian Larraguibel González y Claudio Silva Gallinato.

5. La Dirección de Cooperación Técnica extenderá los correspondientes certificados de APROBACIÓN, a aquellos participantes que concurren al 75% de las sesiones del Curso a que se refiere la presente resolución y obtengan una calificación superior a 4,0 en la escala 1,0 - 7,0. Extenderá también, el certificado de participación a los relatores de la actividad.

6. El costo del certificado tendrá un valor de \$5.000

7. Facúltase al Director de la DIRECCIÓN DE COOPERACIÓN TÉCNICA para suscribir los certificados que da cuenta la presente resolución.

Regístrese y archívese.

JUAN TORREJON CROVETTO

http://www.ucv.cl/archivos/dictacion/resolucion_27_2017.html

1/2

Director General de Vinculación con el Medio
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Figura 241. Certificado de resolución N° 27/2017 que autoriza a la Escuela de Ciencias del Mar a realizar la Actividad de Extensión Académica “Herramientas estadísticas para el análisis de ecosistemas marinos” a los profesionales de SUBPESCA.



CERTIFICADO DE APROBACIÓN
ACTIVIDAD DE EXTENSIÓN ACADÉMICA

Don **JORGE FERNANDO NARANJO CASTRO**, aprobó el Curso
"HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA EL ANÁLISIS DE
ECOSISTEMAS MARINOS".

La referida Actividad de Extensión Académica de la Escuela de Ciencias del Mar, fue impartida por los relatores señores Pedro Apablaza Bastías, Antonio Canepa Oneto, Cristian Larraguibel González y Claudio Silva Gallinato en Valparaíso, entre el 31 de marzo y el 23 de junio de 2017, con un total de 50 horas cronológicas.

El señor **NARANJO** obtuvo una calificación final de 6,1 y un 92% de asistencia.



Mabel Keller Mena
Directora de Cooperación Técnica
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Valparaíso, 07 de julio de 2017

Figura 242. Ejemplo de certificado de aprobación del curso "Herramientas estadísticas para el análisis de ecosistemas marinos" emitido por la Dirección General de Vinculación con el Medio de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

CERTIFICADO DE APROBACIÓN ACTIVIDAD DE EXTENSIÓN ACADÉMICA

Doña **DAISY ASTRID SAN PEDRO MAYER**, aprobó el Curso
"HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA EL ANÁLISIS DE
ECOSISTEMAS MARINOS",

La referida Actividad de Extensión Académica de la Escuela de Ciencias del Mar, fue impartida por los relatores señores Pedro Apablaza Bastías, Antonio Canepa Oneto, Cristian Larraguibel González y Claudio Silva Gallinato en Valparaíso, entre el 31 de marzo y el 23 de junio de 2017, con un total de 50 horas cronológicas.

La señorita SAN PEDRO obtuvo una calificación final de 5,9 y un 83% de asistencia.



Mabel Keller Mena
Directora de Cooperación Técnica
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Valparaíso, 07 de julio de 2017



CERTIFICADO DE APROBACIÓN ACTIVIDAD DE EXTENSIÓN ACADÉMICA

Doña **CONSTANZA FERNAND LANDEROS RODRÍGUEZ**, aprobó el Curso
"HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA EL ANÁLISIS DE
ECOSISTEMAS MARINOS".

La referida Actividad de Extensión Académica de la Escuela de Ciencias del Mar, fue impartida por los relatores señores Pedro Apablaza Bastías, Antonio Canepa Oneto, Cristian Larraguibel González y Claudio Silva Gallinato en Valparaíso, entre el 31 de marzo y el 23 de junio de 2017, con un total de 50 horas cronológicas.

La señorita LANDEROS obtuvo una calificación final de 5,8 y un 83% de asistencia.

Mabel Keller Mena
Directora de Cooperación Técnica
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso



CERTIFICADO DE APROBACIÓN ACTIVIDAD DE EXTENSIÓN ACADÉMICA

Don **DANIEL RIGOBERTO SEGURA VERGARA**, aprobó el Curso
"HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA EL ANÁLISIS DE
ECOSISTEMAS MARINOS".


La referida Actividad de Extensión Académica de la Escuela de Ciencias del Mar, fue impartida por los relatores señores Pedro Apablaza Bastías, Antonio Canepa Oneto, Cristian Larraguibel González y Claudio Silva Gallinato en Valparaíso, entre el 31 de marzo y el 23 de junio de 2017, con un total de 50 horas cronológicas.

El señor **SEGURA** obtuvo una calificación final de 5,7 y un 75% de asistencia.



Mabel Keller Mena
Directora de Cooperación Técnica
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

ENCUESTAS DE EVALUACIÓN DEL CURSO

 PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO	SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD ACTIVIDADES DE EXTENSION ACADEMICA RE020 INFORME EVALUACION AEA	Versión 00 Aprobado el 2/5/2015 Página 1 de 2
Elaborado por Sandra González Encargada de Calidad AEA	Revisado y Aprobado por Mabel Keller Directora de Cooperación Técnica	
NOMBRE ACTIVIDAD DE EXTENSIÓN ACADÉMICA HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA EL ANÁLISIS DE ECOSISTEMAS MARINOS	Nº DE HORAS 50 CRONOLÓGI CAS	NOMBRE RELATOR Pedro Apablaza Bastias, Antonio Carnepa Oneto, CRISTIAN LARRAGUIBEL GONZÁLEZ y CLAUDIO SILVA GALLINATO
FECHAS DE EJECUCIÓN 3/31/2017 AL 6/23/2017	HORARIOS	LUGAR PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO, Sala Multimedia, Escuela de Ciencias del Mar, Avda. Alfamarino 1480, Valparaíso, Valparaíso
RESOLUCIÓN N° 27/2017	TOTAL INSCRIPCIÓN 7	TOTAL ENCUESTADOS 4

ESCALA DE EVALUACIÓN	MALO	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	ÓPTIMO
	1	2	3	4	5

APRECIACIÓN DE LOS RELADORES:

Logro de la transferencia de conocimientos	5
Utilidad de la metodología aplicada	5

APRECIACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA Y EQUIPOS:

Acústica	5
Iluminación	4
Ventilación	5
Comodidad	4
Condiciones del equipamiento	5


APRECIACIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN:

Desarrollo de la actividad de acuerdo al programa ofrecido	5
Puntualidad y respeto por los horarios	5
Entrega oportuna y suficiente de materiales	5

APRECIACIÓN GENERAL:

Satisfacción general	5
----------------------	---

LA EVALUACIÓN CORRESPONDE A LA CALIFICACIÓN CON MAYOR FRECUENCIA

 UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO	SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD ACTIVIDADES DE EXTENSIÓN ACADÉMICA RE020 INFORME EVALUACIÓN AEA	Versión 00 Aprobado el 2/5/2015 Página 2 de 2
	Elaborado por Sandra González Encargada de Calidad AEA	Revisado y Aprobado por: Mabel Keller Directora de Cooperación Técnica

DISTRIBUCIÓN DEL PORCENTAJE DE ESTUDIANTES QUE EVALUÓ EN CADA CALIFICACIÓN

	MALO	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	OPTIMO	OMITIDOS
	%	%	%	%	%	%
APRECIACIÓN DE LOS RELATORES						
Logro de la transferencia de conocimientos				25	75	
Utilidad de la metodología aplicada				25	75	
APRECIACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA Y EQUIPOS						
Acústica				25	75	
Iluminación				50	50	
Ventilación			25		75	
Comodidad				75	25	
Condiciones del equipamiento				25	75	
APRECIACIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN						
Desarrollo de la actividad de acuerdo al programa ofrecido					100	
Puntualidad y respeto por los horarios					100	
Entrega de materiales suficientes y a tiempo					100	
APRECIACIÓN GENERAL						
Satisfacción general				25	75	


OBSERVACIONES EXPRESADAS POR LOS ESTUDIANTES QUE EVALUARON "MALO", "DEFICIENTE" O "REGULAR":

Las siguientes observaciones no corresponden a una evaluación final de la Actividad de Extensión Académica, si no que corresponden a lo expresado por los estudiantes que han quedado inconformes en algunos de los ítemes evaluados.

Estas observaciones deben ser analizadas por la autoridad máxima de la entidad ejecutora de la actividad, para determinar si es necesario tomar medidas para que las inconformidades no se repitan en futuras actividades.

Los alumnos que evaluaron "regular" indicaron lo siguiente

Figura 243. Informe de Evaluación del curso de capacitación realizado a los profesionales de SUBPESCA.

 PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO	SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD ACTIVIDADES DE EXTENSION ACADEMICA RE014 EVALUACION AEA	Versión 01 Aprobado el 17/3/2016 Página 1 de 1
Elaborado por Sandra González Encargada de Calidad AEA	Revisado y Aprobado por Mabel Keille Directora de Cooperación Técnica	

NOMBRE ACTIVIDAD DE EXTENSIÓN ACADÉMICA	N° DE HORAS	RELATORES
HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA EL ANÁLISIS DE ECOSISTEMAS MARINOS	50 CRONOLÓG	Pedro Apablaza Bastias, Antonio Canepa Oneto, CRISTIAN LARRAGUIBEL GONZÁLEZ y CLAUDIO SILVA GALLINATO
FECHAS DE EJECUCIÓN	HORARIOS	LUGAR, DIRECCIÓN Y SALA
31/3/2017 AL 23/6/2017	09 ⁰⁰ - 13 ⁰⁰ hrs	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO, Sala Multimedia, Escuela de Ciencias del Mar, Avda. Altamirano 1480, Valparaíso, Valparaíso
RESOLUCIÓN N°	27/2017	

El presente instrumento tiene como objetivo conocer su percepción respecto de los relatores, de la infraestructura y de la administración. La información entregada servirá de apoyo para la planificación de futuras actividades y para retroalimentar nuestros procesos.

- Al evaluar sea objetivo y sincero
- Responda todos los ítemes
- Señale con una "X" el cuadro que refleja de mejor manera su apreciación

	MALO	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	OPTIMO
	1	2	3	4	5

APRECIACIÓN DE LOS RELATORES

Logro de la transferencia de conocimientos					X
Utilidad de la metodología aplicada					X

APRECIACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA Y EQUIPOS

Acústica					X
Iluminación					X
Ventilación					X
Comodidad					X
Condiciones del Equipamiento					X

APRECIACIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN

Desarrollo de la actividad de acuerdo al programa ofrecido					
Puntualidad y respeto por los horarios					X
Entrega oportuna y suficiente de materiales					X

APRECIACIÓN GENERAL

Satisfacción general					X
----------------------	--	--	--	--	---


Si usted ha evaluado "Regular", "Deficiente" o "Malo" en algún ítem, por favor argumente su evaluación aquí o ingrese su percepción en nuestro "Libro de sugerencias" ubicado en <http://www.oct.ucv.cl/sea/>

APRECIACIÓN GENERAL DE LA ACTIVIDAD:

"Este documento una vez impreso deja de ser un documento controlado"

Dirección de Cooperación Técnica - Dirección General de Vinculación con el Medio - Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Av. Brasil 2950, Valparaíso, Chile. Teléfono: (56) 32277550 - Email: cooperacion@ucv.cl - <http://www.oct.ucv.cl>

Figura 244. Evaluación del curso de capacitación realizado a los profesionales de SUBPESCA.

 PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO	SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD ACTIVIDADES DE EXTENSIÓN ACADÉMICA RE014 EVALUACION AEA	Versión 01 Aprobado el 17/3/2016 Página 1 de 1
	Dirigida por: Sandra González Encargada de Calidad AEA	Revisado y Aprobado por: Nabel Kuller Directora de Cooperación Técnica

NOMBRE ACTIVIDAD DE EXTENSIÓN ACADÉMICA	N° DE HORAS	RELATORES
HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA EL ANÁLISIS DE ECOSISTEMAS MARINOS	50 CRONOLÓG	Pedro Apablaza Bastias, Antonio Canepa Oneto, CRISTIAN LARRAGUIBEL GONZÁLEZ y CLAUDIO SILVA GALLINATO
FECHAS DE EJECUCIÓN	HORARIOS	LUGAR, DIRECCIÓN Y SALA
31/3/2017 AL 23/6/2017	09 ⁰⁰ - 13 ³⁰ hrs.	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO, Sala Multimedia, Escuela de Ciencias del Mar, Avda. Altamirano 1480, Valparaíso, Valparaíso
RESOLUCIÓN N°	27/2017	

El presente instrumento tiene como objetivo conocer su percepción respecto de los relatores, de la infraestructura y de la administración. La información entregada servirá de apoyo para la planificación de futuras actividades y para retroalimentar nuestros procesos.

- Al evaluar sea objetivo y sincero.
- Responda todos los ítems
- Señale con una "X" el cuadro que refleje de mejor manera su apreciación

	MALO	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	OPTIMO
	1	2	3	4	5

APRECIACIÓN DE LOS RELATORES

Logro de la transferencia de conocimientos					X
Utilidad de la metodología aplicada					X

APRECIACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA Y EQUIPOS

Acústica					X
Iluminación					X
Ventilación					X
Comodidad				X	
Condiciones del Equipamiento					X

APRECIACIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN


Desarrollo de la actividad de acuerdo al programa ofrecido					X
Puntualidad y respeto por los horarios					X
Entrega oportuna y suficiente de materiales					X

APRECIACIÓN GENERAL

Satisfacción general					X
----------------------	--	--	--	--	---

Si usted ha evaluado "Regular", "Deficiente" o "Malo" en algún ítem, por favor argumente su evaluación aquí o ingrese su percepción en nuestro "Libro de sugerencias" ubicado en <http://www.uct.ucv.cl/aea/>

APRECIACIÓN GENERAL DE LA ACTIVIDAD:

 Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD ACTIVIDADES DE EXTENSIÓN ACADÉMICA RE014 EVALUACIÓN AEA	Versión 01 Aprobado el 17/03/2016 Página 1 de 1
	Elaborado por: Sandra González Encargada de Calidad AEA	Revisado y Aprobado por: Mahel Keller Directora de Cooperación Técnica

NOMBRE ACTIVIDAD DE EXTENSIÓN ACADÉMICA	Nº DE HORAS	RELATORES
HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA EL ANÁLISIS DE ECOSISTEMAS MARINOS	50 CRONOLÓG	Pedro Apablaza Bastías, Antonio Cenepa Oneto, CRISTIAN LARRAGUIBEL GONZÁLEZ y CLAUDIO SILVA GALLINATO
FECHAS DE EJECUCIÓN	HORARIOS	LUGAR, DIRECCIÓN Y SALA
31/3/2017 AL 23/6/2017	09 ³⁰ - 13 ³⁰ hrs	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAISO, Sala Multimedia, Escuela de Ciencias del Mar, Avda. Altamirano 1480, Valparaíso, Valparaíso
RESOLUCIÓN Nº	27/2017	

El presente instrumento tiene como objetivo conocer su percepción respecto de los relatores, de la infraestructura y de la administración. La información entregada servirá de apoyo para la planificación de futuras actividades y para retroalimentar nuestros procesos.

- Al evaluar sea objetivo y sincero.
- Responda todos los ítems.
- Señale con una 'X' el cuadro que refleje de mejor manera su apreciación.

	MALO	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	OPTIMO
	1	2	3	4	5

APRECIACIÓN DE LOS RELATORES

Logro de la transferencia de conocimientos					X
Utilidad de la metodología aplicada					X

APRECIACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA Y EQUIPOS

Acústica					X
Iluminación				X	
Ventilación					X
Comodidad				X	
Condiciones del Equipamiento					X

APRECIACIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN


Desarrollo de la actividad de acuerdo al programa ofrecido					X
Puntualidad y respeto por los horarios					X
Entrega oportuna y suficiente de materiales					X

APRECIACIÓN GENERAL

Satisfacción general					X
----------------------	--	--	--	--	---

Si usted ha evaluado "Regular", "Deficiente" o "Malo" en algún ítem, por favor argumente su evaluación aquí o ingrese su percepción en nuestro **"Libro de sugerencias"** ubicado en <http://www.pcv.cl/aea/>

APRECIACIÓN GENERAL DE LA ACTIVIDAD:

 PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO	SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD ACTIVIDADES DE EXTENSIÓN ACADÉMICA RE014 EVALUACIÓN AEA	Versión 01 Aprobado en 17/3/2016 Página 1 de 1
	Elaborado por: Sandra González Ejecutivo de Calidad AEA	Revisado y Aprobado por: Mabel Kadir Directora de Extensión y Turismo

NOMBRE ACTIVIDAD DE EXTENSIÓN ACADÉMICA	Nº DE HORAS	RELATORES
HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA EL ANÁLISIS DE ECOSISTEMAS MARINOS	50 CRONOLÓG	Pedro Apablaza Bastias, Antonio Canepa Oneto, CRISTIAN LARRAGUIBEL GONZÁLEZ y CLAUDIO SILVA GALLINATO
FECHAS DE EJECUCIÓN	HORARIOS	LUGAR, DIRECCIÓN Y SALA
31/3/2017 AL 23/5/2017	09:00 - 13:00 hrs	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO, Sala Multimedia, Escuela de Ciencias del Mar, Avda. Altamirano 1480, Valparaíso, Valparaíso
RESOLUCIÓN Nº	27/2017	

El presente instrumento tiene como objetivo conocer su percepción respecto de los relatores, de la infraestructura y de la administración. La información entregada servirá de apoyo para la planificación de futuras actividades y para retroalimentar nuestros procesos.

- Al evaluar sea objetivo y sincero
- Responda todos los ítems
- Señale con una 'X' el cuadro que refleja de mejor manera su apreciación

MALO	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	ÓPTIMO
1	2	3	4	5

APRECIACIÓN DE LOS RELATORES

Logro de la transferencia de conocimientos			X	
Utilidad de la metodología aplicada			X	

APRECIACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA Y EQUIPOS

Acústica				X
Iluminación			X	
Ventilación		X		
Comodidad			X	
Condiciones del Equipamiento			X	

APRECIACIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN

Desarrollo de la actividad de acuerdo al programa diseñado				X
Puntualidad y respeto por los horarios				X
Entrega oportuna y suficiente de materiales				X

APRECIACIÓN GENERAL

Satisfacción general			X	
----------------------	--	--	---	--

Si usted ha evaluado "Regular", "Deficiente" o "Malo" en algún ítem, por favor argumente su evaluación aquí o ingrese su percepción en nuestro "Libro de sugerencias" ubicado en <http://www.oct.ucv.cl/aea/>

APRECIACIÓN GENERAL DE LA ACTIVIDAD:

ANEXO 7. FACTURAS DE COMPRAS SOFTWARE

ArcGis

ESRI Chile S.A.

COMERCIALIZACIÓN, COMPRA VENTA, IMPORTACIÓN, EXPORTACIÓN
Y COMERCIO EN GENERAL, MANTENCIÓN DE EQUIPOS DE COMPUTACIÓN,
ASISTENCIA TÉCNICA, SOFTWARE Y CAPACITACIÓN.

Marchant Pereira 201, Piso 9 y 10, Providencia, Santiago.
Fono: (56-2) 4819000 - Fax.: (56-2) 4819099
Email: info@esri-chile.com - Web: www.esri-chile.com

R.U.T. 76.504.980-6
FACTURA ELECTRONICA

Nº 3426

S.I.I. - SANTIAGO ORIENTE



Nombre:	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISI	Fecha:	22/09/2016
Dirección:	Avda. Brasil Nº 2950, Piso 2	R.U.T.:	81.669.200-8
Comuna:	Valparaíso	Giro:	Educación Superior
Teléfono:	32-2273067	Vendedor:	Christian Norero Hernandez
C. de Venta:	30 DIAS		
Descripción:	O/C. Nº 20366 Corr.274		

Por lo siguiente:		a: ESRI CHILE S. A.		DEBE	
Cantidad	Descripción	P.Unit	Descto.	Valor Total	
1	ArcGis Extensión Spatial Analyst For Desktop Concurrent Use.	2,676,648		2,676,648	
10	ArcGis OnLine Bloque Adicional de Créditos. (Cada bloque tiene 1.000 créditos)	102,948		1,029,480	
Observ.: Según Orden de Compra Nº 20366 del 20.Ago.2016 y Ech/3243/2016. Cliente Final: Subpesca Atención: Sr.Claudio Silva					

Son:	CUATRO MILLONES CUATROCIENTOS DIEZ MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y DOS PESOS	0.00 %	<table border="1"> <tr> <td>Neto</td> <td>3,706,128</td> </tr> <tr> <td>Exento</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Descto.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>IVA (19%)</td> <td>704,164</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>4,410,292</td> </tr> </table>	Neto	3,706,128	Exento		Descto.		IVA (19%)	704,164	Total	4,410,292
Neto	3,706,128												
Exento													
Descto.													
IVA (19%)	704,164												
Total	4,410,292												

PERSONA QUE RECIBE	
Nombre:	_____
RUT:	_____
Fecha:	_____
Recinto:	_____
Firma:	_____
El acuse de recibo que se declara en este acto, de acuerdo a los dispuesto en las letras b) del artículo 4º la letra c) del artículo 5º de la ley 19.983 acredita que la entrega de mercadería(s) o servicio(s) prestado(s) ha(n) sido recibido(s).	

Timbre Electrónico SII

Res. Nº 124 de 2010 Verifique documento en www.sii.cl

ORIGINAL: CLIENTE

Software de geostatística GS+10

Gamma Design Software
P.O. Box 201
Plainwell, Michigan USA 49080
Fax 269/585-6051
email: sales@gammadesign.com

Invoice No: 2016092201
Date: September 26, 2016

Gamma Design Software
P.O. Box 201, Plainwell, MI USA 49080

Invoice:
Claudio Silva Gallinato
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Avenida Altamirano 1480
Valparaíso 11510 Chile

Ship to:
claudio.silva@pucv.cl

P.O. NUMBER	SHIP VIA	TERMS
	Electronic download	MasterCard

Quantity	Description	Price	Amount
3	GS+ for Windows - Version 10 - single user government license Copy 1. Serial number: E-90457673195519 Activation Code: 733000-017714-257917 Copy 2. Serial number: E-90457673195652 Activation Code: 733000-017702-511862 Copy 3. Serial number: E-90457673195785 Activation Code: 733000-017689-156498	\$499.00	\$1,497.00
SUBTOTAL			1,497.00
SHIPPING AND HANDLING			0.00
AMOUNT PAID			1,497.00
TOTAL DUE			\$0.00

ANEXO 8. LICENCIAS DEL SOFTWARE GS+10

Correos electrónicos de entrega de las Licencias del software de geostatística GS+10

 **Claudio Silva Gallinato** <claudio.silva@pucv.cl> 13/12/16 para mí

----- Mensaje reenviado -----

De: **Claudio Silva Gallinato** <claudio.silva@pucv.cl>

Fecha: 12 de diciembre de 2016, 14:25

Asunto: Licencias GS+10 FIPA 2016-13

Para: "Iclarrondo@subpesca.cl" <iclarrondo@subpesca.cl>, Camila Lagunas <claguna@subpesca.cl>, Alejandro Barrientos Puga <abarrientos@subpesca.cl>, Jorge Naranjo <jnaranjo@subpesca.cl>

Cc: Malu Zavando <maluz@subpesca.cl>, José Lastra <jose.lastra@hotmail.es>

Estimado Luis Carroza CC Camila Lagunas,

En el marco del proyecto FIPA 2016-13 Marea Roja Fase II, entrego oficialmente en archivos pdf adjuntos lo siguiente:

-Carta conductora dirigida a Luis Carroza (Director FIPA)

-Documento con email de 3 licencias del software de geostatística GS+10 e instrucciones para descarga e instalación, todo esto

Por favor confirmar la recepción del email y correcta descarga e instalación del software.

Quedo atento

Saludos cordiales

--



Claudio Silva (Ph.D.)

Profesor Asociado

Escuela de Ciencias del Mar

Facultad de Ciencias del Mar y Geografía

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Fono fijo: 56 32 274250 móvil: +56 9 61183143

<(((e>

2 archivos adjuntos



 **Claudio Silva Gallinato** <claudio.silva@pucv.cl> 13/12/16 para mí

----- Mensaje reenviado -----

De: **Camila Lagunas** <claguna@subpesca.cl>

Fecha: 13 de diciembre de 2016, 10:27

Asunto: RE: Licencias GS+10 FIPA 2016-13

Para: Claudio Silva Gallinato <claudio.silva@pucv.cl>

Estimado Claudio, acuso recibo. Ahora estamos en proceso de instalación, cualquier cosa te aviso.

Saludos



Camila Lagunas López

Geógrafa

Unidad de Ordenamiento Territorial

División de Acuicultura

Bellavista 168, Piso 10, Valparaíso

(56-32) 2502814

Email: claguna@subpesca.cl

Archivos adjuntos de los correos electrónicos:

1° Archivo adjunto



FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR Y GEOGRAFÍA
ESCUELA DE CIENCIAS DEL MAR

Valparaíso, Diciembre 12 de 2016.-

Señor
LUIS CARROZA
Director
Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura
PRESENTE

De mi consideración:

De acuerdo a las Bases Administrativas del proyecto del proyecto FIPA N° 2016-13 "MODELO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE VISUALIZACIÓN PARA EL PROGRAMA DE MAREAS ROJAS Y LARVAS DE MITÍLIDOS, EN EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LA SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA, II ETAPA", Proyecto ID 4728-43-LP16, tengo a bien a entregar a usted las 3 licencias del Software de geoestadística GS+.

Cabe señalar, que estas licencias son entregadas ahora a Subpesca y no cuando fueron adquiridas debido a que fueron utilizadas para hacer pruebas y evaluar la potencialidad y funcionalidad del software en comparación a otros programas o módulos de geoestadística contenidos en ArcGIS y R. Los resultados de las comparaciones y potencialidad serán incluidos en Informes posteriores.

Se adjunta a la presente el correo electrónico del proveedor con las licencias e instrucciones para descargar e instalar el programa GS+ 10.

Sin otro particular, se despide atentamente


Dr. Claudio Silva
Jefe Proyecto
Profesor Asociado
PUCV

Incl. Lo que indica
c.c. Archivo

2° Archivo Adjunto

----- Forwarded message -----

From: **Gamma Design Software** <sales@gammadesign.com>

Date: 2016-09-26 11:00 GMT-03:00

Subject: GS+ software order

To: Claudio Silva Gallinato <claudio.silva@pucv.cl>

Dear Claudio,

Thank you so much for your patience! And thank you for your order. It has been processed and your invoice attached. If you have the time to send us the user info (names, addresses, email addresses), that would be highly appreciated. Please remind your users to register their software.

To obtain your copy of GS+ electronically, please perform the following 2 steps:

1. If you have already installed an evaluation version of GS+, do not uninstall it, even if the evaluation period has expired. If you have not yet downloaded and installed an evaluation version of GS+ (or if you have uninstalled an evaluation version), please go to www.gammadesign.com/Demo.aspx. Click the Download Now button and save and run the installation file.
2. Start GS+, and an Activation dialog will prompt you to Activate Now or Evaluate. Choose Activate Now, and enter the serial number and activation code as below (you may need to type each digit rather than cutting and pasting):

Copy 1. Serial number: E-90457673195519
Activation Code: 733000-017714-257917

Copy 2. Serial number: E-90457673195652
Activation Code: 733000-017702-511862

Copy 3. Serial number: E-90457673195785
Activation Code: 733000-017689-156498

3. When you next start GS+, you should not see the Activation screen.

The GS+ User Guide (in Adobe pdf format) can be accessed from the Start menu. If you need the User's Guide prior to installation,

you may download it from here:

<http://www.gammadesign.com/DownloadUserManual.aspx>

When you need to transfer GS+ to a different computer, please de-activate from the active computer first. This frees the activation number for use on a different computer. De-activate from the Help menu as described in the User's Guide.

Again, thank you for your order. Please let us know of any problems with accessing your program.

Regards,

Mark Baylor

--

Mark Baylor
Gamma Design Software
P.O. Box 201
Plainwell, Michigan 49080 USA
Email: sales@GammaDesign.com
<http://www.gammadesign.com>

ANEXO 9. TALLER DE DIFUSIÓN DE RESULTADOS

INVITACIÓN

INVITACIÓN

PABLO BERAZALUCE MATURANA, Subsecretario de Pesca y Acuicultura saluda cordialmente a usted y tiene el agrado de invitarle a participar en el Taller de Difusión del Proyecto FIP 2016-13 "Modelo e Implementación de un Sistema de Visualización para el Programa de las Mareas Rojas y Larvas de Mitílidos, en el Sistema de Información Geográfica de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, II Etapa".

Esta actividad, se realizará el día 14 de Diciembre de 2017, a contar de las 9:30 horas en la Sala 3-1, Escuela de Ciencias del Mar (PUCV), ubicada en Avenida Altamirano N° 1424, Valparaíso.



S.R.C.: jnaranjo@subpesca.cl
claguna@subpesca.cl
32 2 502782 - 32 2 502814
Valparaíso, Noviembre del año 2017

TALLER DE DIFUSIÓN DE RESULTADOS PROYECTO FIPA N° 2016-13

"Modelo e Implementación de un Sistema de Visualización para el Programa de Mareas Rojas y Larvas de Mitílidos, en el Sistema de Información Geográfica de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, II Etapa"

Dr. Claudio Silva, M.Sc. Nelson Silva, M.Sc.(c) José Lastra, Ing.Pesq. Jaime Aguilera, M.Sc. Viviana Vargas, M.Sc. Cristian Larraguibel, Ing.Pesq. Eugenia Gallardo

Valparaíso, 14 de Diciembre de 2017

Mandante:



www.oceanografiasatelital.cl

LISTA DE ASISTENTES



"Modelo e Implementación de un Sistema de Visualización para el Programa de Mareas Rojas y Larvas de Milidos, en el Sistema de Información Geográfica de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. II Etapa"

FIPA N°2016-13



LISTA DE ASISTENTES TALLER DE DIFUSION DE RESULTADOS

FECHA: 14 diciembre 2017

LUGAR: Sala 3-1, Escuela de Ciencias del Mar. Avda. Atamirano N° 1424, Valparaíso.

N°	NOMBRE	RUT	INSTITUCIÓN	FIRMA
1	Juan José Segura	12.892.134-6	SERPELCA	[Firma]
2	Carolina Laguna	16.331.856-5	SUBPESCA	[Firma]
3	Jorge Varayoj	17.432.165-1	SUBPESCA	[Firma]
4	Patricio Demiccioli	15.308.567-6	SERNAPESCA	[Firma]
5	Patricio Muñoz Salazar	6.622.245-4	Univ. de Valparaíso	[Firma]
6	Carlos Ramírez	25.810.103-0	PUCV	[Firma]
7	José María Acuña	10.283.927-2	PUCV	[Firma]
8	Claudio Cortés	8.53.655-9	Sernapesca	[Firma]
9	Wendy Pellera	13.023.070-2	PUCV	[Firma]
10	Ernestina Vazquez	10.913.453-4	Sernapesca	[Firma]
11	Viviana Vargas S.	15.720.591-9	PUCV	[Firma]
12	Cristina Larraín	07.264.411-2	PUCV	[Firma]
13	José Castro M.	20.978.396-2	PUCV	[Firma]
14	Oscar Espinoza	12.521.130-5	IFOP	[Firma]
15	Rodrigo Ojeda	16.009.226-2	IFOP	[Firma]
16	MARIA EUGENIA GARRIDO	12.042.398-3	PUCV	[Firma]
17	Juan Carlos Silva	8.392.045-9	PUCV	[Firma]
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				

PROGRAMA



"Modelo e Implementación de un Sistema de Visualización para el Programa de Mareas Rojas y Larvas de Mitílidos, en el Sistema de Información Geográfica de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, II Etapa"

FIPA N°2016-13



TALLER DE DIFUSION DE RESULTADOS

Proyecto FIPA N°2016-13 "Modelo e Implementación de un Sistema de Visualización para el Programa de Mareas Rojas y Larvas de Mitílidos, en el Sistema de Información Geográfica de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, II Etapa"

FECHA: 14 diciembre 2017

LUGAR: Sala 3-1, Escuela de Ciencias del Mar (ECM), Avda. Altamirano 1424, Valparaíso.

09:30-09:35 hrs. Palabras de bienvenida. Director ECM, PUCV. (Dr. Samuel Hormazábal)

09:35-10:05 hrs. Presentación Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Aplicaciones SIG y nuevo visualizador de mapas institucional para Marea Roja (Geógrafo Jorge Naranjo)

10:05-10:20 hrs. Proyecto FIP 2016-13: contexto y descripción (Dr. Claudio Silva).

10:20-10:35 hrs. *Coffee break.*

10:35-11:05 hrs. Objetivo 1: Diagnóstico, validación y mejora del actual modelo geoestadístico y sistema de visualización (MSc (c) José Lastra)

11:05-11:25 hrs Objetivo 1: Visualizador de mapas (ráster y vectores) en OpenSource (MSc (c) Cristián Larraguibel)

11:25-11:50 hrs. Objetivo 2: Incorporación de la totalidad de información al sistema de visualización y modelos geoestadísticos (MSc (c) José Lastra).

11:50-12:10 hrs. Objetivo 3: Incorporación al sistema de visualización de las abundancias larvales de especies del Programa de Monitoreo de Mitílidos (Ingeniero Pesquero Jaime Aguilera)

12:10-12:35 hrs. Objetivo 4: Factibilidad en la incorporación de información desarrollada por IFOP al visualizador (MSc Viviana Vargas)

12:35-13:05 hrs. Objetivo 5: Caracterizar el área de estudio y proponer zonas de comportamiento similar (Dr. Claudio Silva).

13:05-13:25 hrs. Objetivo 6: Reforzar las capacidades técnicas en los profesionales responsables de administrar y procesar el sistema de automatización implementado y Conclusiones (Ingeniero Pesquero María Eugenia Gallardo).

13:25-13:40 hrs. Preguntas/Discusión.

13:40-14:00 hrs. Cóctel de cierre.

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Figura 245. Dr Samuel Hormazábal (Director de la Escuela de Ciencias del Mar) dando la bienvenida al taller de difusión de resultados.



Figura 246. Exposición Sr. Daniel Segura (SUBPESCA)



Figura 247. Público asistente al taller de difusión.



Figura 248. Público asistente al taller de difusión.



Figura 249. Foto oficial de los participantes del taller de difusión de resultados.

NOTICIAS DEL TALLER

El Taller de Difusión de Resultados FIPA 2016-13, fue publicado en revistas digitales como:



The image shows a screenshot of a news article on the website 'MUNDO ACUICOLA'. The website's header features the logo 'MUNDO ACUICOLA' in blue and orange, with a navigation menu containing 'SALMONICULTURA', 'ACUICULTURA', 'MITILICULTURA', 'PESCA', 'INVESTIGACIÓN', 'EMPRESAS', and 'MARÍTIMO'. A search bar is located on the right. The main article is titled 'Presentan resultados de sistema de visualización para el programa de mareas rojas' and is dated '17 de diciembre de 2017'. It includes social media sharing options for Facebook, Twitter, Google+, LinkedIn, and Email. A large photograph shows a group of people standing on a checkered floor in front of a body of water. A quote from the article reads: 'La actividad se llevó a cabo en dependencias de la Escuela de Ciencias del Mar de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, PUCV (Mundo Acuicola)'. Below the quote, a paragraph states: 'Con representantes de instituciones públicas y del mundo académico se realizó en diciembre pasado el taller de difusión de resultados del proyecto "Modelo e implementación de un sistema de visualización para el programa de mareas rojas y larvas de mitilidos en el sistema de información geográfica de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura" (FIPA N° 2016-13)'. To the right of the article, there are three smaller images, each showing a large floating structure in the water with the text 'ESPACIO DISPONIBLE' overlaid. At the bottom right, there is a logo for 'StofnFiskur' with the tagline 'Ovas cada martes...' and the text 'Nuestro compromiso con la eficiencia y el bienestar'.

<http://www.mundoacuicola.cl/new/2018/01/04/presentan-resultados-de-sistema-de-visualizacion-para-el-programa-de-mareas-rojas/>

I+D, MEDIO AMBIENTE, NEGOCIOS E INDUSTRIA, PESCA



Sistema de visualización de mareas rojas

Presentan resultados de sistema de visualización de mareas rojas

Publicado el 4 De Enero Del 2018

Aqua

Actividad se llevó a cabo en dependencias de la Escuela de Ciencias del Mar de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV).

Compartir: [Facebook](#) [Twitter](#) [Google+](#) [LinkedIn](#) [Compartir](#) 5 [RSS](#)

Enviar por email [Imprimir](#) [Notas al editor](#) [Suscribirse a newsletter](#)

Con representantes de instituciones públicas y del mundo académico, se realizó en diciembre pasado el taller de difusión de resultados del proyecto "Modelo e implementación de un sistema de visualización para el programa de mareas rojas y larvas de mitilidos en el sistema de información geográfica de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (FIPA N°2016-13)".

La iniciativa, que comenzó en 2016, tuvo dentro de sus objetivos crear e implementar modelos de espacialización de datos, que permitieran la automatización de procesos de visualización de la información vectorial de abundancias relativa de las algas nocivas del Programa de Manejo y Monitoreo de las Mareas Rojas y de abundancia de larvas del Programa de Monitoreo de Mitilidos, en el Sistema de Información Geográfica (SIG) y visualizador institucional de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Subpesca).

<http://www.aqua.cl/2018/01/04/presentan-resultados-de-sistema-de-visualizacion-de-mareas-rojas/#>

BUSCAR

Suscríbete a Nuestro Boletín

Suscribirse

Investigación |

Jueves, 4 de Enero de 2018

Presentan resultados de proyecto de sistema de visualización para el programa de mareas rojas



Con representantes de instituciones públicas y del mundo académico se realizó en diciembre pasado el taller de difusión de resultados del proyecto "Modelo e implementación de un sistema de visualización para el programa de mareas rojas y larvas de mitilidos en el sistema de información geográfica de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura" (FIPA N° 2016-13).

La iniciativa, que comenzó en 2016, tuvo dentro de sus objetivos crear e implementar modelos de espacialización de datos, que permitan la automatización de procesos de visualización de la información vectorial de abundancia relativa de las algas nocivas del Programa de Manejo y Monitoreo de las Mareas Rojas y de abundancia de larvas del Programa de Monitoreo de Mitilidos, en el Sistema de Información Geográfica (SIG) y visualizador institucional de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Subpesca).

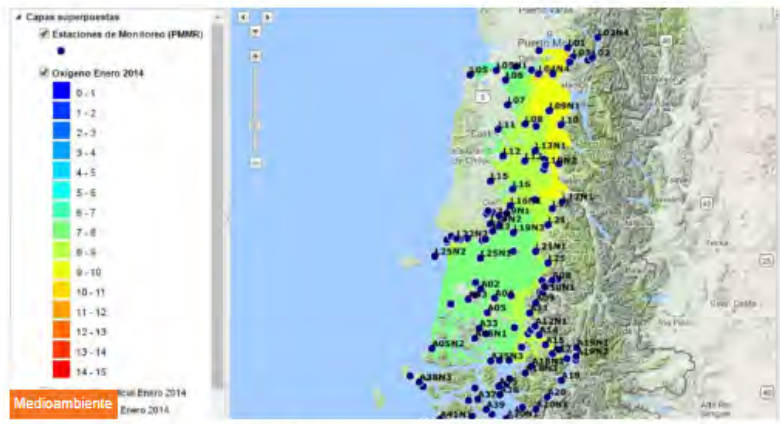
El Dr. Claudio Silva, investigador principal, indicó que en el proyecto también "se desarrollaron y mejoraron los modelos geoestadísticos de interpolación de variables ambientales. Se generaron y validaron nuevos modelos de distribución de especies de algas nocivas aplicando la técnica de máxima entropía MaxEnt, la cual permitió mejorar la precisión en las predicciones de las potenciales distribuciones de marea roja".

<http://www.revistanuestromar.cl/nm/presentan-resultados-de-proyecto-de-sistema-de-visualizacion-para-el-programa-de-mareas-rojas/>

VER EDICIÓN PAPEL

Envíanos tus consultas


Visita nuestra cuenta de Twitter



Visualización de episodios de marea roja. Imagen: PUCV.

Presentan resultados de proyecto de sistema de visualización para el programa de mareas rojas

Chile: La actividad se llevó a cabo en dependencias de la Escuela de Ciencias del Mar de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, de acuerdo con lo informado desde la organización educacional mediante un comunicado de prensa.

Autor:  Salmonexpert

Con representantes de instituciones públicas y del mundo académico se realizó en diciembre pasado el taller de difusión de resultados del proyecto "Modelo e implementación de un sistema de visualización para el programa de mareas rojas y larvas de mitilidos en el sistema de información geográfica de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura" (FIPA N° 2016-13).



Asistentes al taller. Imagen: PUCV.

La iniciativa, que comenzó en 2016, tuvo dentro de sus objetivos crear e implementar modelos de espacialización de datos, que permitieran la automatización de procesos de visualización de la información vectorial de abundancias relativa de las algas nocivas del Programa de Manejo y Monitoreo de las Mareas Rojas y de abundancia de larvas del Programa de Monitoreo de Mitilidos, en el Sistema de Información Geográfica (SIG) y visualizador institucional de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Subpesca).

El Dr. Claudio Silva, investigador principal, comentó que en el proyecto también "se desarrollaron e mejoraron los modelos geoestadísticos de interpolación de variables ambientales. Se generaron y validaron nuevos modelos de distribución de especies de algas nocivas aplicando la

técnica de máxima entropía MaxEnt, la cual permitió mejorar la precisión en las predicciones de las potenciales distribuciones de marea roja".

El proyecto, que fue desarrollado por investigadores de la Escuela de Ciencias del Mar y del Instituto de Geografía de la PUCV, también contempló la utilización de imágenes satelitales que, en el último tiempo, han demostrado ser una fuente de valiosa información para numerosas aplicaciones, al ofrecer una visión global de variables y procesos de la superficie del océano y facilitar la comprensión de las relaciones entre ellos.

"Se procesaron 600 imágenes satelitales de temperatura superficial del mar y concentración de clorofila para el período 2013-2016, desde la región de Los Lagos hasta Magallanes, permitiendo generar por primera vez imágenes climatológicas y estacionales para el período definido, a una resolución espacial de 1x1 km, y una zonificación biofísica del área aplicando metodologías de clasificación (Isodata-MachineSupportVector y vectorial Delaunay)", agregó el académico.

En los objetivos también se incluyó la realización del curso "Herramientas Estadísticas para el Análisis de Ecosistemas Marinos", en el que los participantes desarrollaron habilidades de programación en R y modelación estadística, y las capacidades de visualizar espacialmente el resultado de los modelos en un Geoportail.

Publicado el 05/01/2018 a las 0:59 am

Más Leídas

- Centro de cultivo Quitraco 7 es reconocido como "Biomar Farmer of the Year 2017"
- Juzgado de Garantía rechazó solicitud de defensa de naviera Solvtrans
- Salmones Camanchaca se abre a la Bolsa de Santiago como SALMOCAM
- Aquachile presenta a nuevo gerente comercial
- 2018: FIE invertirá \$ 6.559 millones en acuicultura estratégica

Superar a la competencia.

<https://www.salmonexpert.cl/noticias/presentan-resultados-de-proyecto-de-sistema-de-visualizacion-para-el-programa-de-mareas-rojas/>



Presentan resultados de proyecto de sistema de visualización para el programa de mareas rojas

Noticia · 4 de Enero de 2018

[Inicio](#) / [Comunicaciones](#) / [Actualidad](#)

Actividad se llevó a cabo en dependencias de la Escuela de Ciencias del Mar de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

Con representantes de instituciones públicas y del mundo académico se realizó en diciembre pasado el taller de difusión de resultados del proyecto "Modelo e implementación de un sistema de visualización para el programa de mareas rojas y larvas de mitilidos en el sistema de Información Geográfica de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura" (FIPA N° 2016-13).

La iniciativa, que comenzó en 2016, tuvo dentro de sus objetivos crear e implementar modelos de espacialización de datos, que permitieran la automatización de procesos de visualización de la información vectorial de abundancias relativas de las algas nocivas del Programa de Manejo y Monitoreo de las Mareas Rojas y de abundancia de larvas del Programa de Monitoreo de Mitilidos, en el Sistema de Información Geográfica (SIG) y visualizador institucional de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (<http://mapas.subpesca.cl/visualizador/>).

El Dr. Claudio Silva, investigador principal, indicó que en el proyecto también "se desarrollaron y mejoraron los modelos geoestadísticos de interpolación de variables ambientales. Se generaron y validaron nuevos modelos de distribución de especies de algas nocivas aplicando la técnica de máxima entropía MaxEnt, la cual permitió mejorar la precisión en las predicciones de las potenciales distribuciones de marea roja".

El proyecto, que fue desarrollado por investigadores de la Escuela de Ciencias del Mar y del Instituto de Geografía de la PUCV, también contempló la utilización de imágenes satelitales que, en el último tiempo, han demostrado ser una fuente de valiosa información para numerosas aplicaciones, al ofrecer una visión global de variables y procesos de la superficie del océano y facilitar la comprensión de las relaciones entre ellos.

"Se procesaron 600 imágenes satelitales de temperatura superficial del mar y concentración de clorofila para el período 2013-2015, desde la región de Los Lagos hasta Magallanes, permitiendo generar por primera vez imágenes climatológicas y estacionales para el período definido, a una resolución espacial de 1x1 km, y una zonificación biofísica del área aplicando metodologías de clasificación (ISODATA-MachineSupportVector y vectorial Delaunay)", agregó el académico.

El proyecto también incluyó la realización del curso "Herramientas Estadísticas para el Análisis de Ecosistemas Marinos", en el que los participantes desarrollaron habilidades de programación en R y modelación estadística, y las capacidades de visualizar espacialmente el resultado de los modelos en un Geportal.

<http://www.cienciasdelmar.pucv.cl/nota/presentan-resultados-de-proyecto-de-sistema-de-visualizacion-para-el-programa-de-mareas-rojas/>

ANEXO 10. ARTICULO CIENTIFICO ENVIADO A REVISIÓN EN HARMFUL ALGAE

Elsevier Editorial System(tm) for Harmful

Algae

Manuscript Draft

Manuscript Number:

Title: Modeling potential distribution of *Alexandrium catenella* using Maxent in the Inner Sea of Chiloé, Northern Patagonia (41°26'S-44°35'S)

Article Type: Research Paper

Keywords: HAB; *Alexandrium catenella*; MaxEnt; Geographic Information System; spatial distribution model

Corresponding Author: Dr. Claudio Silva, Ph.D.

Corresponding Author's Institution: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

First Author: José Lastra, MSc(c)

Order of Authors: José Lastra, MSc(c); Claudio Silva, Ph.D.

Abstract: Harmful algal blooms (HABs) are natural and increasingly recurrent phenomena that generate impacts at multiple temporal and spatial scales and at economic, social and environmental levels. In Northern Patagonia, Chile, the species most commonly associated with these events is *Alexandrium catenella*, which has shown an increasing occurrence and a northward expansion of its range. Potential distribution of the species was evaluated using records of relative abundance (i.e., occurrence) from 2006 to 2017; environmental variables from Bio-ORACLE v2.0 and Maxent (3.4.1) to build a full and an adjusted model. Predictive results of both models showed high performance (AUC > 0.8) as well as consistency with what was observed and described for the species in the area. The distribution is controlled mainly by the hydrodynamic conditions of the area, showing good predictive ability even with a small number of variables. This opens the possibility of using spatial distribution models (SDMs) together with hydrodynamic models in order to provide better spatial prediction and response.

Suggested Reviewers: Gustaaf Hallegraef PhD
University of Tasmania · Institute for Marine and Antarctic Studies
(IMAS)
hallegraef@utas.edu.au

Internationally recognised expert in harmful algal blooms impacting on human health, the fish farm, and shellfish industries, and their stimulation by coastal eutrophication, unusual climate conditions, and global spreading via ship's ballast water.

Leonardo Guzman
Instituto de Fomento Pesquero
leonardo.guzman@ifop.cl
Expert in harmful algal bloom and mainly *Alexandrium catenella*.

Keith Davidson
keith.davidson@sams.ac.uk

Expert in phytoplankton and their role in marine environments. I have a particular focus on harmful algal blooms (HABs) and tools for the early warning of these events.

Cover Letter



FACULTY OF MARINE SCIENCES AND GEOGRAPHY
SCHOOL OF MARINE SCIENCES

Valparaíso, July 5 de 2018.-

Dr. Claudio Silva
School of Marine Science
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Avda. Altamirano 1480
Valparaíso
CHILE

Christopher Gobler
Editor-in-Chief
Harmful Algae
Stony Brook University
Stony Brook
New York
USA

Dear Dr. Gobler,

I am submitting a manuscript entitled "Modeling potential distribution of *Alexandrium catenella* using Maxent in the Inner Sea of Chiloé, Northern Patagonia (41°26'S-44°35'S)" for consideration by the journal Harmful Algae. The submission applied an approach to develop a species distribution model (i.e. Maxent) for potential habitat suitability of *Alexandrium catenella* in the Inner Sea of Chiloé, Northern Patagonia, to predict species presence from environmental variables under current conditions and climate changes scenarios. The distribution is controlled mainly by the hydrodynamic conditions of the area, showing good predictive ability even with a small number of variables. This approach can improve the mitigation for the socioeconomic systems in the area and can contribute to the development of systems related to monitoring, detection and modeling of HAB events.

The paper was improved edited for proper English language, grammar, punctuation, spelling and overall style by highly qualified native English speaking editor at American Journal Experts (see attached Editorial Certificate).

My co-authors and I hope that the journal will find this an interesting paper, building on previous work in order to further develop tools for the study of climate change impacts on marine resources.

Yours sincerely,

Dr. Claudio Silva
Associate Professor
School of Marine Science
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

CERTIFICADO AJE



AMERICAN JOURNAL EXPERTS

EDITORIAL CERTIFICATE

This document certifies that the manuscript listed below was edited for proper English language, grammar, punctuation, spelling, and overall style by one or more of the highly qualified native English speaking editors at American Journal Experts.

Manuscript title:

Modelling potential distribution of *Alexandrium catenella* using Maxent in the Inner Sea of Chilc , Northern Patagonia
(41°26'S-44°35'S)

Authors:

José Lastra and Claudio Silva

Date issued:

July 5, 2018

Certificate Verification Key:

C590-714D-8B43-254F-289E



This certificate may be verified at www.aje.com/certificates. This document certifies that the manuscript listed above was edited for proper English language, grammar, punctuation, spelling, and overall style by one or more of the highly qualified native English speaking editors at American Journal Experts. Neither the research content nor the authors' intentions were affected in any way during the editing process. Documents receiving this certification should be English-ready for publication; however, the author has the ability to accept or reject our suggestions and changes. To verify the final AJE edited version, please visit our verification page. If you have any questions or concerns about this edited document, please contact American Journal Experts at support@aje.com.

American Journal Experts provides a range of editing, translation and manuscript services for researchers and publishers around the world. Our top-quality PhD editors are all native English speakers from America's top universities. Our editors come from nearly every research field and possess the highest qualifications to edit research manuscripts written by non-native English speakers. For more information about our company, services and pricing discounts, please visit www.aje.com.

Modeling potential distribution of *Alexandrium catenella* using Maxent in the Inner Sea of Chiloé, Northern Patagonia (41°26'S-44°35'S)

José Lastra¹ and Claudio Silva¹

¹ Laboratorio de Oceanografía Satelital, Escuela de Ciencias del Mar, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Avda. Altamirano 1480, Casilla 1020, Valparaíso, Chile.

Abstract

Harmful algal blooms (HABs) are natural and increasingly recurrent phenomena that generate impacts at multiple temporal and spatial scales and at economic, social and environmental levels. In Northern Patagonia, Chile, the species most commonly associated with these events is *Alexandrium catenella*, which has shown an increasing occurrence and a northward expansion of its range. Potential distribution of the species was evaluated using records of relative abundance (i.e., occurrence) from 2006 to 2017; environmental variables from Bio-ORACLE v2.0 and Maxent (3.4.1) to build a full and an adjusted model. Predictive results of both models showed high performance (AUC > 0.8) as well as consistency with what was observed and described for the species in the area. The distribution is controlled mainly by the hydrodynamic conditions of the area, showing good predictive ability even with a small number of variables. This opens the possibility of using spatial distribution models (SDMs) together with hydrodynamic models in order to provide better spatial prediction and response.

Keywords: HAB; *Alexandrium catenella*; Maxent; Geographic Information System; spatial distribution model

1. INTRODUCTION

Harmful algal blooms (HABs) are natural phenomena caused by microscopic phytoplankton organisms, which multiply explosively under favorable environmental conditions and are concentrated in certain localities (Berdalet *et al.*, 2016; Genovesi *et al.*, 2013; Suárez and Guzmán, 2005). In recent decades, these events have recurred more frequently, and their geographic distribution has expanded, mainly in coastal areas, presenting a variety of effects and having consequences on public health, economics and marine organisms in the impacted environments (Anderson *et al.*, 2002, Buschmann, 2005, Glibert *et al.*, 2005, Varela *et al.*, 2012; Navarro *et al.*, 2016).

Dinoflagellates of the genus *Alexandrium*, which produce saxitoxins known as paralytic shellfish poisons (PSPs, Aguilera-Belmonte *et al.*, 2011), are among the most studied organisms worldwide. The increase in the distribution and severity of PSP events worldwide has led to the need to more deeply understand these phenomena and the species that generate them (Anderson *et al.*, 2012, Glibert *et al.*, 2005; Lilly *et al.*, 2007). *Alexandrium catenella* is responsible for most of the recorded HAB events in the Chilean Patagonia (Guzmán *et al.*, 2002, Mardones *et al.*, 2010, Mardones *et al.*, 2016). These microalgae have been detected since 1972 in Magallanes (Guzmán *et al.*, 1975) and since 1992 in the Aysen Region (Muñoz *et al.*, 1992); in 1998, the presence of this species was demonstrated in the southern part of the Los Lagos Region, extending its range northward and becoming common in Patagonia (Guzmán *et al.*, 2002, Molinet *et al.*, 2003, Mardones *et al.*, 2010; Diaz *et al.*, 2014). In 2016, the range of *Alexandrium catenella* extended significantly towards the northern Patagonian and oceanic area, with an outbreak during the summer-autumn of 2016-2017, driven by an apparent resilience of this species to the new ocean environmental conditions associated with climate change (Buschmann *et al.*, 2016; Mardones *et al.*, 2017). Recently, an important HAB event impacted the southern zone of the Chiloé Island, forcing the closure of several benthic resource extraction zones through governmental sanitary resolutions (<https://www.ifop.cl/floracion-de-alexandrium-catenella/>).

The aims of this study were to develop a SDM to explore the relationships between the distribution of *A. catenella* and environmental factors and to simulate the current mean potential distribution in the Inner Sea of Chiloé (ISC) using maximum entropy (Maxent) modeling.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Study area

The study area in the ISC extends from Reloncavi Fjord ($41^{\circ}26'S$) in the Los Lagos Region to the Jacaf Channel ($44^{\circ}35'S$) in the northern area of Aysen Region of Chile. (Figure 1), covering an area of approximately $15,800 \text{ km}^2$ (Silva *et al.*, 2009; Pavés *et al.*, 2013). The area is characterized by complex hydrography and morphology, including intertidal zones, archipelagos, bays, open gulfs, channels, fjords and estuaries, and shows very marked seasonal and latitudinal patterns (Jacob *et al.*, 2014). The ISC also has basins and barriers that modulate the different circulation patterns (Lara *et al.*, 2016, Outeiro *et al.*, 2015, Palma and Silva, 2004). The marine area has depths between 50 and 350 m (Figure 1) and receives high levels of fresh water from heavy rains (2000-5000 mm yr⁻¹) and continental discharges (Silva *et al.*, 2009, Salgado Garrido, 2011).

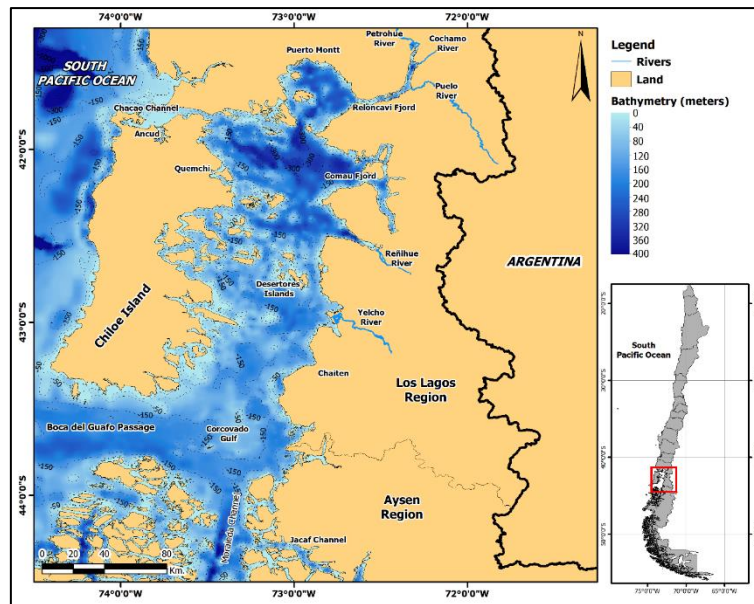


Figure 1. Study area and satellite bathymetry in the Inner Sea of Chiloé and the northern part of the Aysén Region.

The water exchange between the ISC and the Pacific Ocean occurs through the Chacao Channel and the Boca del Guafo Passage (Silva *et al.*, 2009). The general circulation includes the presence of a surface water mass (between 0 and 30 m depth) called estuarine water (EW, Silva *et al.*, 1998), coming from fresh water continental sources (i.e., rivers, glaciers and precipitation) and approaching the ocean; an intermediate sub-Antarctic water (SAAW) located from 30 to 150 m depth; and a deep equatorial subsurface water (ESSW) located from 150 m depth to the bottom (Sievers and Silva, 2008). The wind intensity is moderate to strong throughout the year, mainly northbound during winter and southbound during spring-summer (Strub *et al.*, 1998).

There are seasonal and latitudinal patterns in chlorophyll-a and primary productivity distribution that show marked increases during spring (Iriarte *et al.*, 2007, Montecino *et al.*, 2009, Palma and Silva, 2004), perhaps associated with the greater availability of light and nutrients during the productive season (Aracena *et al.*, 2011, Jacob *et al.*, 2014). A strong nutricline is observed between 20 and 30 m depth (Sievers and Prado, 1994, Silva *et al.*, 1995, 1997, Sievers *et al.*, 2002). Nitrates and phosphates are supplied by the ocean waters that contribute to this mixture and that are rich in those nutrients, while silica is supplied by fresh waters from the rivers that make an important contribution to the surface layer (Sievers and Silva, 2008; Jacob *et al.*, 2014).

The uses of marine space and interactions between its users in ecological, social and economic dimensions are important issues due to the role of the marine space in supporting one of the world's leading aquaculture production systems and important artisanal fisheries (Castillo *et al.*, 2015; Mardones *et al.*, 2015; Outeiro *et al.*, 2015). Aquaculture is the fourth most important economic activity in Chile and has a high productive load (Buschmann *et al.*, 2009, Lara *et al.*, 2010). This feature provides relevance for the study of this area, given the northward expansion of HAB events and their environmental and social impacts. (Mardones *et al.*, 2017).

2.2. *Alexandrium catenella* data

Alexandrium catenella monthly (2006-2017 period) occurrence data were estimated from the abundance records collected and stored in the Red Tide Monitoring Program (RTMP) carried out by the governmental Institute for Fisheries Development (IFOP - "Instituto de Fomento Pesquero") of Chile (Silva *et al.*, 2016). The RTMP database contains monthly *A. catenella* relative abundance records from 88 oceanographic stations; these data were obtained by counting *A. catenella* cells in a 0.1 ml aliquot taken from a sedimented sample, which is deposited on a slide and covered with an 18 mm x 18 mm coverslip; then, the mean count value is estimated from 3 replicates (Guzmán *et al.*, 2010). Relative abundance records equal to or greater than 1 were considered as occurrence, and an accumulated frequency was estimated for the 2006-2017 period (Figure 2). A total of 3209 *A. catenella* occurrence records were used to develop the Maxent model.

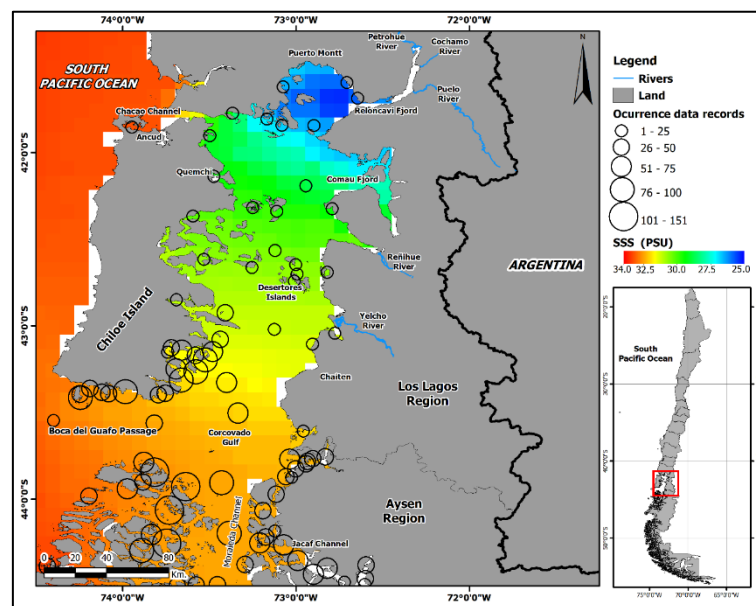


Figure 2. Accumulated frequency (2006-2017) of *A. catenella* occurrence in the 88 monitoring stations of the Chilean Red Tide Monitoring Program and example of the monthly mean sea surface salinity (SSS) (2000-2014 period) obtained from Bio-ORACLE v2.0.

2.3. Environmental data

Environmental data were gathered from the global Bio-ORACLE v2.0 website (<http://www.bio-oracle.org>) in ASCII format (*.asc), which is compatible with GIS and Maxent modeling software, with a spatial resolution of 9.2 km x 9.2 km (Assis *et al.*, 2017, Tyberghein *et al.*, 2012). Eleven environmental factors were used as spatial predictors in the Maxent modeling (Table 1). Climatological composites of eleven environmental factors, i.e., mean images generated from monthly images summarizing information across the period 2000-2014, were used to develop a full model (FM) and an adjusted model (AM) of *A. catenella* potential distribution.

Table 1 Environmental factors used in the Maxent potential distribution models. Source: Modified from Assis et al., 2017, p. 3

Variable	Units
Sea surface temperature (SST)	°C
Sea surface salinity (SSS)	PSS
Currents velocity	m/s
Nitrate	μmol/m ³
Phosphate	μmol/m ³
Silicate	μmol/m ³
Dissolved molecular oxygen	μmol/m ³
Dissolved iron	μmol/m ³
Chlorophyll-a	mg/m ³
Phytoplankton	μmol/m ³
pH	-

Sea surface temperature (SST) was used in the model because it is closely related with phytoplankton distribution and abundance and is therefore a relevant variable associated with *A. catenella* presence; *A. catenella* occurs at wide ranges of SST (10°C to 20°C), with an optimum between 10°C and 15°C (Aguilera-Belmonte *et al.*, 2011; Espinoza *et al.*, 2016). Salinity was included because of the importance of water masses in estuarine dynamics of the ISC (Silva *et al.*, 2009), and it is a variable that controls the phytoplankton richness, favoring phytoplankton growth in wide ranges of salinity with an optimum between 22 and 35 PSU (Aguilera-Belmonte *et al.*, 2013; Ávila *et al.*, 2015). Current speed was used to represent the water column dynamics and is an important variable in advection movements that affect groups, transport and expansion of *A. catenella*, for which low current speed (turbulence) is optimal (Villanueva, 2005, Guzmán *et al.*, 2010). Concentrations of nutrients (nitrates, phosphates, silicates and iron) were used to establish relationships with *A. catenella* spatial distribution, considering that it benefits from increased concentrations of both organic and inorganic nutrients, whether of natural or anthropogenic sources (Berdalet *et al.*, 2017; Torres *et al.*, 2011; Torres *et al.*, 2014; Uribe *et al.*, 2010; Villanueva, 2005).

Finally, pH was included as a model predictor, taking into account that *A. catenella* is highly resilient to environmental changes, specific differences that may occur between strains of the same species or outbreak notwithstanding (Aguilera-Belmonte *et al.*, 2013). In this context, variation in pH can have an important effect on the growth and consumption of dissolved inorganic carbon by *A. catenella*, for which the optimal values of pCO₂/pH are close to equilibrium (~8.2), demonstrating that the Chilean strain presents a high adaptability to climate change scenarios (Mardones *et al.*, 2017).

Environmental data were resampled for the study area using ArcGIS software, ensuring that all variables had the same cell-size resolution, number of rows and number of columns. For FM development, all the environmental variables were used, while for the AM, the correlation between variables was analyzed using the Pearson correlation coefficient, with the moderately restrictive cut-off threshold of 0.7 (Dormann *et al.*, 2013). In addition, the availability of predicted future values for various environmental values was considered when developing the AM to accommodate future simulation scenarios. Currently, future scenarios for the AM are available for the following environmental variables: (i) sea surface temperature, (ii) sea surface salinity, (iii) current speeds and (iv) chlorophyll-a concentration.

2.4. Modeling of potential *A. catenella* distribution

The Maxent 3.4.1 software (Phillips *et al.*, 2006; Phillips and Dudík, 2008) was used to develop models of potential *A. catenella* distribution. The Maxent model approach was used because it works by using maximum entropy algorithms for analysis and relationships of environmental variables with species occurrence data (presence) and shows better performance than other models (Elith *et al.*, 2006; Martín-García *et al.*, 2014). Maxent is robust in areas with few presence samples and is applicable to habitat suitability prediction of marine species (Alabia *et al.*, 2015; Mendoza-Becerril and Marques, 2013), being

used in analyses of diatoms, dinoflagellates and cyanobacteria under different environmental scenarios (Irwin *et al.*, 2012).

A. catenella potential spatial distribution models were constructed using default parameters for a random seed, with a regularization parameter of 1 to reduce over-fitting, a maximum of 1000 iterations, a convergence threshold of 0.00001, and 10,000 as the maximum number of background points. Duplicate records were not removed, considering that these correspond to different registration times, for which the associated frequency was considered. Mean occurrence of 10 replicates generated by SDM modeling was used. The relative contribution of each environmental factor used as a spatial predictor in the Maxent modeling was automatically calculated in each model iteration using a jackknife statistical analysis. Logistic output was used for distribution maps, considering probability values between 0 and 1 to represent habitat suitability for each cell. High values represent better environmental conditions and higher probability of habitat suitability for *A. catenella* occurrence.

2.5. Model evaluation and validation

Model performance was evaluated using the area under the curve (AUC) of the receiver operating characteristic (ROC) test, an independent model measure of performance that can be defined as the probability that a known presence site is ranked above a random background site for presence-background models such as Maxent (Phillips *et al.*, 2006; Jones *et al.*, 2012). AUC values vary between 0 and 1; values above 0.9 indicate an excellent prediction, those between 0.7 and 0.9 indicate a good prediction, and those below 0.7 indicate insufficient predictive ability (Phillips *et al.*, 2006). An AUC of the ROC curve of 0.5 indicated that predictions were no better than random; higher AUC values indicated better prediction performance (Reiss *et al.*, 2011). To calculate AUC values, presence data for the *A. catenella* model were randomly partitioned to create 75% training and 25% test datasets. Training data were used to construct a preliminary model that was then applied to the test data to measure performance.

3. RESULTS

3.1. *Alexandrium catenella* full model

The logistic output for potential FM habitat suitability distribution of *A. catenella* in the ISC showed a high success rate. The AUC scores for the training and test sets were 0.921 ± 0.007 , showing a high level of accuracy and performance in the model prediction, with low variability between replicas (Figure 3).

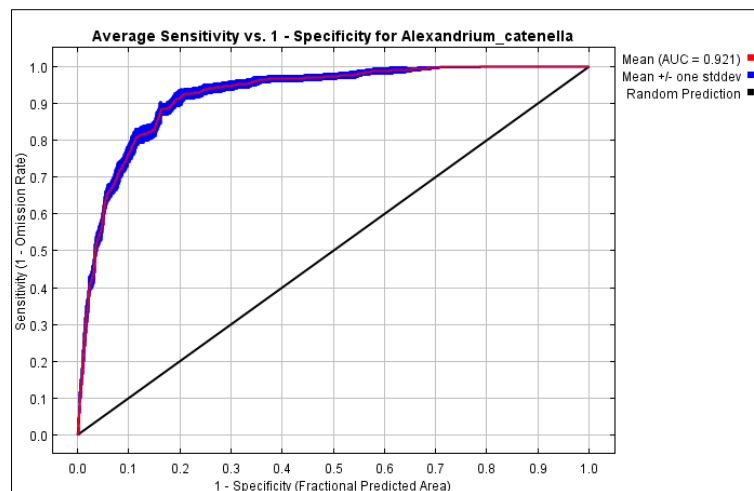


Figure 3. Area under the curve (AUC) of the Receiver Operating Characteristic (ROC) and standard deviation (blue area) for 10 replicas of the FM.

The predicted habitat suitability (i.e., presence probability map) distribution of *A. catenella* in coastal areas of the ISC was estimated using the Maxent FM and eleven environmental predictor variables (Figure 4). A clear latitudinal variability in the spatial distribution of the *A. catenella* habitat suitability values was observed, with low occurrence values in the northern part of the ISC and higher probabilities near the southern area of Chiloé Island and within the Moraleda Channel and fjords.

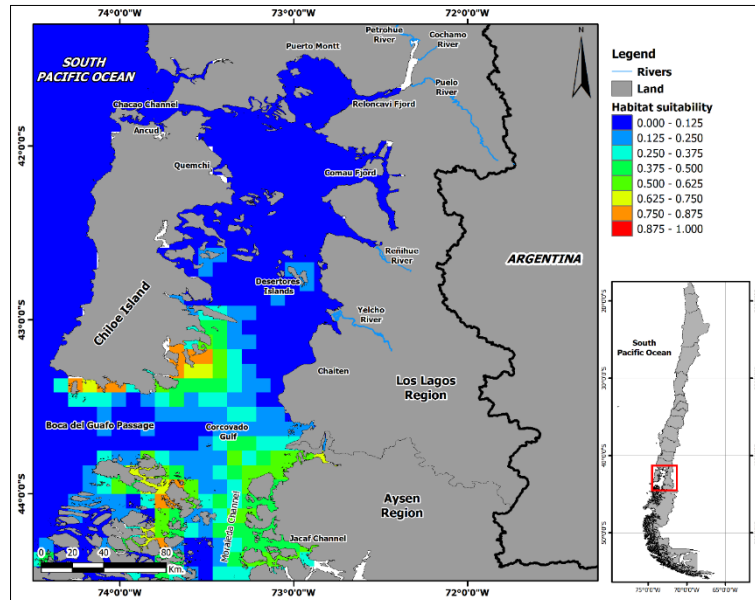


Figure 4. Predicted potential distribution of *A. catenella* habitat suitability using the Maxent FM model.

The jackknife analysis (Figure 5) showed that the main variables that contribute to the FM are surface salinity, followed by silicates and nitrates, with chlorophyll-a being the least important.

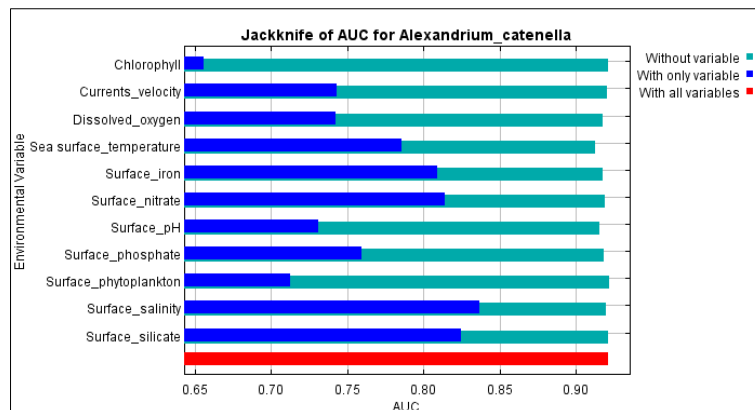


Figure 5. Jackknife test on the importance of environmental predictor variables on the potential distribution of *A. catenella*.

3.2. *Alexandrium catenella* adjusted model

Potential AM habitat suitability distribution of *A. catenella* in the ISC showed a high success rate. The AUC scores for the *A. catenella* adjusted model on the training and test sets were 0.882 ± 0.004 , showing a good level of accuracy and performance in the model prediction, with a low variability between replicas (Figure 5). The predicted habitat suitability (i.e., presence probability map) distribution of *A. catenella* was estimated using the Maxent AM and four environmental variables (Figure 6). A clear latitudinal

variability in the spatial distribution of the *A. catenella* habitat suitability values was observed, with high occurrence probability values in the southern area, extending into the area of Moraleda Channel, Jacaf Channel and Corcovado Gulf, and occurrence probability decreasing towards the north in the Desertores Islands.

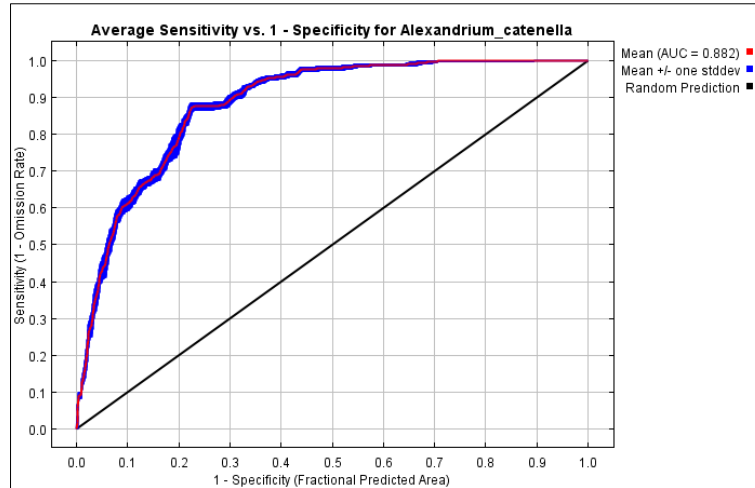


Figure 6. Area under the curve (AUC) of the receiver operating characteristic (ROC) and standard deviation (blue area) for 10 replicas of the AM.

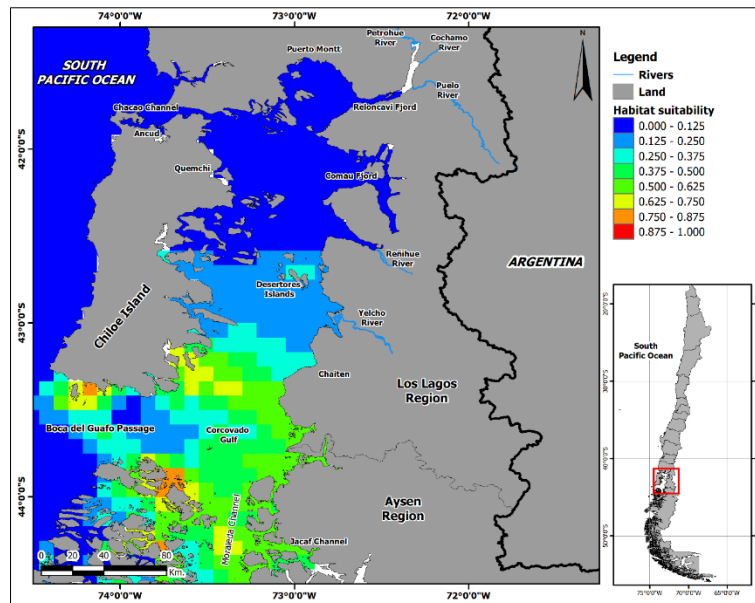


Figure 7. Predicted potential distribution of *A. catenella* habitat suitability using the Maxent AM model.

The influence of environmental predictor variables using the jackknife contribution test (Figure 5) revealed that among the three variables used for model development, salinity was the most important, followed by SST and current velocity. Chlorophyll-a was the variable with the smallest contribution to the AM.

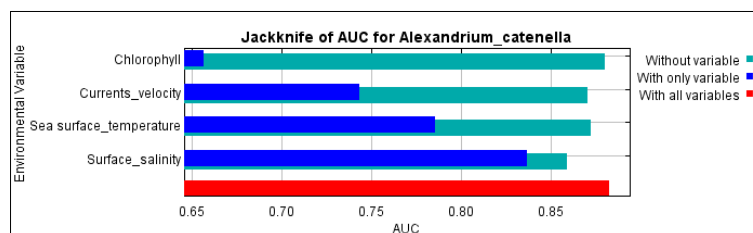


Figure 8. Jackknife test on the importance of environmental predictor variables on the potential distribution of *A. catenella*.

4. DISCUSSION

This work involves the development and application of SDMs to predict the potential distribution of the toxic dinoflagellate *A. catenella* in the ISC, Northern Patagonia, Chile. For the study area, it is noteworthy that both models perform well in spatial prediction of *A. catenella* habitat suitability. The prediction results corroborate studies showing the spatial variability of *A. catenella* with a clear northward expansion and a clear increase in the habitat suitable for this species in the ISC (Molinet *et al.*, 2003, Mardones *et al.*, 2010, Mardones *et al.*, 2016, Mardones *et al.*, 2017).

4.1. Full Maxent model for *Alexandrium catenella*

The spatial prediction of the FM establishes the highest habitat suitabilities (i.e., probabilities of occurrence) for *A. catenella* in the Melinka area (East of Moraleda Channel) and in the southern and southeastern zones of Chiloé Island; mean suitabilities greater than 0.5 were observed in the Jacaf Channel area and northward. This spatial distribution is consistent with the jackknife result, in which it is observed that both salinity and sea surface temperature are important for explaining the presence of *A. catenella*, consistent with other studies that reveal the importance of these environmental factors (Aguilera-Belmonte *et al.*, 2013; Espinoza *et al.*, 2016; Navarro *et al.*, 2006). Additionally, surface distributions of silicates, nitrates and phosphates satisfactorily explain the fact that *A. catenella* does not occur in areas where there is a greater influence of rivers, considering that it prefers habitats with low silica concentrations (Torres *et al.*, 2011; Torres *et al.*, 2014) and equilibrium conditions of nitrates and phosphates (Garrido *et al.*, 2012). The presence of surface iron appears to be an important nutrient for *A. catenella* development and is also a relevant environmental factor in the model.

The circulation patterns proposed for the ISC indicate that the exchange of surface waters with the Pacific Ocean through the Boca del Guafo Passage provides nitrates and phosphates (Sievers and Silva, 2008) and that mean current speeds are lower. These environmental conditions are consistent with the empirical information available, which indicates that *A. catenella* is associated with areas of low turbulence and high water column stratification (Villanueva, 2005). The results of the FM of *A. catenella* potential distribution show that the habitat with optimal environmental conditions for the development of this dinoflagellates species is bounded by fjords and inner sea areas. This spatial distribution of *A. catenella* can be explained by pH conditions, consistent with findings reported by Mardones *et al.* (2017), who observed that possible changes in pH would be key in the oceanic events occurred in the study area (i.e., 2009 and 2016).

4.2. Adjusted Maxent model for *Alexandrium catenella*

The predictive accuracy of the AM (AUC = 0.882) is not significantly poorer than that of the FM (AUC = 0.921), demonstrating that an adequate spatial prediction of *A. catenella* can be developed using a limited number of key environmental variables. The distribution predicted by the AM shows a spatial pattern similar to that observed in the FM, indicating areas of higher probability of occurrence (i.e., higher habitat suitability) towards the east of Moraleda Channel (Melinka) and to the south of Chiloé Island. In addition, an increase in *A. catenella* habitat suitability in the sector of Corcovado Gulf to Desertores Islands was obtained. This increase in the potential habitat suitability for *A. catenella* can be explained by the fact that nutrients were not included in the AM, noting that this variable plays a limiting role in this area due to its natural and anthropogenic distribution (Silva, 2006, Silva *et al.*, 2009) and to its role as a

key controlling factor for the development and growth of this species (Berdalet *et al.*, 2017, Jauzein *et al.*, 2010, Uribe *et al.*, 2010).

Salinity was the most important variable in the AM, being consistent with the FM and the relevance of the estuarine dynamics characteristics of water masses in areas with high probability of *A. catenella* occurrence (Sievers and Silva, 2008, Silva and Vargas, 2014). Estuarine dynamics of the ISC, modulated by physical processes such as turbulence, circulation and stratification, are also key controlling factors for the development, growth and proliferation of *A. catenella* in this area (Berdalet *et al.*, 2017). Chlorophyll-a concentration did not contribute significantly to either model; this can be explained by considering that *A. catenella* usually occurs at low densities compared to other algal species within the phytoplankton assemblage (Guzmán *et al.*, 2010).

Considering the good performance of Maxent models (i.e., the FM and AM) at predicting the potential distribution of *A. catenella* presence in response to mean environmental conditions, both models can be improved by accounting for interannual El Niño Southern Oscillation (ENSO) warm (El Niño) events, which are related to significant proliferation of these algal species outside the predicted area (e.g., 2009, 2016). Additionally, the inclusion in the modeling of the natural seasonal variability of *A. catenella* and its specific diversity (Hégaret *et al.*, 2012; Molinet *et al.*, 2003; Varela *et al.*, 2012) can contribute significantly to the development of better predictions. Similarly, a greater specificity of the models should be considered, incorporating benthic processes and the presence of *A. catenella* cysts into predictions of species distribution and blooms (Avila *et al.*, 2015; Díaz *et al.*, 2014; Mardones *et al.*, 2016).

Spatial models can be used to predict potential impacts of climate change on the distribution of *A. catenella* habitat suitability, given adequate predictions of key ocean environmental conditions. Climate change will influence marine planktonic systems globally, and it is conceivable that HABs may increase in frequency and severity (Wells *et al.*, 2015). Analysis of global circulation model predictions suggests that future changes will cause significant marine alterations such as increased temperature, enhanced stratification, light intensification, ocean acidification, glacial melting and precipitation-induced nutrient inputs (Stocker *et al.*, 2013). These ocean responses to climate change may all produce contradictory species- or even strain-specific responses (Hallegraeff, 2010). These environmental drivers can cause significant impacts at higher latitudes, modifying the biogeography of phytoplankton species and promoting potential increases in the populations of dinoflagellate algae such as *Alexandrium* spp. (Wells *et al.*, 2015). Understanding these environmental drivers and having adequate information (e.g., operational models, forecasts), may allow future predictions of possible changes in the spatial distribution and dynamics of toxic and nontoxic phytoplankton assemblies associated with environmental factors and their respective scenarios.

The use of a multi-model ensemble in predicting the potential distribution of harmful algae can be optimized by selecting the best performance from among different modeling approaches (e.g., generalized linear models [GLM, McCullaghand and Nelder, 1989], generalized additive models [GAM, Hastie and Tibshirani, 1990], and Maxent [Phillips *et al.*, 2006]), thus reducing modeling uncertainty and improving the adaptation to rare or highly specific species (Ørsted *et al.*, 2017; Breiner *et al.*, 2015; Thuiller *et al.*, 2009). Considering the nature of the harmful algae, the behavior and vertical patterns should be assessed, incorporating 3-dimensional SDM methods that allow the development a more realistic and integrated view of potential distribution in the water column (Duffy and Chown, 2017).

The spatial distribution models developed in this work can help to improve the understanding of *A. catenella* niche dynamics, and they offer valuable information to support the management of HABs in order to prevent, control and mitigate the expansion and impact of this toxic dinoflagellate in the ISC. This modeling approach contributes to improving the understanding of the spatial and temporal variability of *A. catenella* and the relationships between those types of variability and other habitat factors (i.e., other nutrients, detritus, climate change), such as by coupling the SDMs to environmental *in situ* and satellite data (Davidson *et al.*, 2016) generated in regular monitoring programs (e.g., IFOP CHONOS project <https://www.ifop.cl/chonos/>) using on-site and satellite oceanographic data. This approach can improve the mitigation for the socioeconomic systems in the area and can contribute to the development

of systems related to monitoring, detection and modeling of HAB events (e.g., Project ASIMUTH, Maguire *et al.*, 2016).

ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by the Fisheries and Aquaculture Undersecretary of Chile [grant FIPA 2016-13].

5. REFERENCES

- Aguilera-Belmonte, A., Inostroza, I., Carrillo, K.S., Franco, J.M., Riobó, P., Gómez, P.I., 2013. The combined effect of salinity and temperature on the growth and toxin content of four Chilean strains of *Alexandrium catenella* (Whedon and Kofoid) Balech 1985 (*Dinophyceae*) isolated from an outbreak occurring in southern Chile in 2009. *Harmful Algae* 23, 55–59. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2012.12.006>
- Aguilera-Belmonte, A., Inostroza, I., Franco, J.M., Riobó, P., Gómez, P.I., 2011. The growth, toxicity and genetic characterization of seven strains of *Alexandrium catenella* (Whedon and Kofoid) Balech 1985 (*Dinophyceae*) isolated during the 2009 summer outbreak in southern Chile. *Harmful Algae* 12, 105–112. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2011.09.006>
- Alabia, I. D., Saitoh, S. I., Mugo, R., Igarashi, H., Ishikawa, Y., Usui, N. and Seito, M., 2015. Identifying pelagic habitat hotspots of neon flying squid in the temperate waters of the central North Pacific. *PloS one*, 10(11), e0142885.
- Anderson, D., Glibert, P., Burkholder, J., 2002. Harmful algal blooms and eutrophication: nutrient sources, compositions, and consequences. *Estuaries* 25, 704–726. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2008.08.017>
- Anderson, D.M., Alpermann, T.J., Cembella, A.D., Collos, Y., Masseret, E., Montresor, M., 2012. The globally distributed genus *Alexandrium*: Multifaceted roles in marine ecosystems and impacts on human health. *Harmful Algae* 14, 10–35. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2011.10.012>
- Aracena, C., Lange, C.B., Luis Iriarte, J., Rebolledo, L., Pantoja, S., 2011. Latitudinal patterns of export production recorded in surface sediments of the Chilean Patagonian fjords (41–55°S) as a response to water column productivity. *Cont. Shelf Res.* 31, 340–355. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2010.08.008>
- Assis, J., Tyberghein, L., Bosh, S., Verbruggen, H., Serrão, E.A., De Clerck, O., 2017. Bio-ORACLE v2.0: Extending marine data layers for bioclimatic modelling. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 1–8. <https://doi.org/10.1111/geb.12693>
- Ávila, M., De Zarate, C., Clément, A., Carbonell, P., Pérez, F., 2015. Efecto de factores abióticos en el crecimiento vegetativo de *Alexandrium catenella* proveniente de quistes en laboratorio. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.* 50, 177–185. <https://doi.org/10.4067/S0718-19572015000200004>
- Berdalet, E., Fleming, L.E., Gowen, R., Davidson, K., Hess, P., Backer, L.C., Moore, S.K., Hoagland, P., Enevoldsen, H., 2016. Marine harmful algal blooms, human health and wellbeing: Challenges and opportunities in the 21st century. *J. Mar. Biol. Assoc. United Kingdom* 96, 61–91. <https://doi.org/10.1017/S0025315415001733>
- Berdalet, E., Tester, P., Chinain, M., Fraga, S., Lemée, R., Litaker, W., Penna, A., Usup, G., Vila, M., Zingone, A., 2017. Harmful Algal Blooms in Benthic Systems: Recent Progress and Future Research. *Oceanography* 30, 36–45. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2017.108>
- Breiner, F.T., Guisan, A., Bergamini, A., Nobis, M.P., 2015. Overcoming limitations of modelling rare species by using ensembles of small models. *Methods Ecol. Evol.* 6, 1210–1218. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12403>
- Buschmann, A.H., 2005. Marea roja y salmonicultura en el sur de Chile. *Oceana*.
- Buschmann, A.H., Cabello, F., Young, K., Carvajal, J., Varela, D.A., Henríquez, L., 2009. Salmon aquaculture and coastal ecosystem health in Chile: Analysis of regulations, environmental impacts and bioremediation systems. *Ocean Coast. Manag.* 52, 243–249. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2009.03.002>
- Buschmann, A., Fariás, L., Tapia, F., Varela, D., Vásquez, M., 2016 Comisión Marea Roja. Informe Final. 65p. + Figuras + Tablas + Anexos. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción- Subsecretaría de Pesca.
- Castillo, M.I., Cifuentes, U., Pizarro, O., Djurfeldt, L., Caceres, M., 2015. Seasonal hydrography and surface outflow in a fjord with deep sill: the Reloncavi fjord, Chile. *Ocean Sci. Discuss.* 12, 2535–2564. <https://doi.org/10.5194/osd-12-2535-2015>
- Davidson, K., Anderson, D.M., Mateus, M., Reguera, B., Silke, J., Sourisseau, M., Maguire, J., 2016. Forecasting

the risk of harmful algal blooms. *Harmful Algae* 53, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2015.11.005>

Díaz, P.A., Molinet, C., Seguel, M., Díaz, M., Labra, G., Figueroa, R.I., 2014. Coupling planktonic and benthic shifts during a bloom of *Alexandrium catenella* in southern Chile: Implications for bloom dynamics and recurrence. *Harmful Algae* 40, 9–22. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2014.10.001>

Dormann, C.F., Elith, J., Bacher, S., Buchmann, C., Carl, G., Carré, G., Marquéz, J.R.G., Gruber, B., Lafourcade, B., Leitão, P.J., Münkemüller, T., McClean, C., Osborne, P.E., Reineking, B., Schröder, B., Skidmore, a K., Zurell, D., Lautenbach, S., 2013. Collinearity: A review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance. *Ecography (Cop.)*. 36, 27–46. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2012.07348.x>

Duffy, G.A., Chown, S.L., 2017. Explicitly integrating a third dimension in marine species distribution modelling. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 564, 1–8. <https://doi.org/10.3354/meps12011>

Elith, J., Graham, C., Anderson, R., Dudik, M., Ferrier, S., Guisan, A., Hijmans, R., Huettmann, F., Leathwick, J., Lehmann, A., Li, J., Lohmann, L., Loiselle, B., Manion, G., Moritz, C., Nakamura, M., Nakazawa, Y., Overton, J., Peterson, A., Phillips, S., Richardson, K., Scachetti-Pereira, R., Schapire, R., Soberon, J., Williams, S., Wisz, M., Zimmermann, N., 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography (Cop.)*. 29, 129–151. <https://doi.org/10.1111/j.2006.0906-7590.04596.x>

Espinoza, O., Besoain, B., Pinilla, E., 2016. Modelación de la abundancia y distribución de *Alexandrium catenella* en fiordos y canales del sur de Chile. XXXVII Congreso de Ciencias del Mar. 22 – 26 de mayo. Valparaíso, Chile.

Garrido, C., Frangópulos, M., Varela, D., 2012. Efecto de diferentes proporciones de nitrógeno/fósforo en el crecimiento y toxicidad de *Alexandrium Catenella (Dinoflagellata)*. *An. del Inst. la Patagon.* 40, 113–123. <https://doi.org/10.4067/S0718-686X2012000200010>.

Genovési, B., Mouillot, D., Laugier, T., Fiandrino, A., Laabir, M., Vaquer, A., Grzebyk, D., 2013. Influences of sedimentation and hydrodynamics on the spatial distribution of *Alexandrium catenella/tamarense* resting cysts in a shellfish farming lagoon impacted by toxic blooms. *Harmful Algae* 25, 15–25. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2013.02.002>

Glibert, P., Anderson, D., Gentien, P., Granéli, E., Sellner, K., 2005. The Global, Complex Phenomena of Harmful Algal Blooms. *Oceanography* 18, 136–147. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2005.49>

Guzmán, L., Campodónico, I., Antunovic, M. 1975. Estudios sobre un florecimiento toxico causado por *Gonyaulax catenella* en Magallanes. IV. Distribución y niveles de veneno paralítico de los mariscos (noviembre de 1972–noviembre de 1973). *An. Inst. Patagon.* 6 (1/2), 209–223.

Guzmán, L., Pacheco, H., Pizarro, G., Alarcón, C., 2002. *Alexandrium catanella* y veneno paralizante de los mariscos en Chile. *Floraciones Algales Nocivas en el Cono Sur Am.* 237–256.

Guzmán Leonardo, Vivanco V., Pizarro G., Vidal G., Arenas V., Iriarte L., Mercado S., Alarcón C., P.H. and Palma, M., 2010. Relative abundance as a tool to increase the certainty of temporal and spatial distribution of harmful algal species 3–5.

Hallegraeff, G. M., 2010. Ocean climate change, phytoplankton community responses, and harmful algal blooms: a formidable predictive challenge. *J. Phycol.*, 46, 220-235. doi:10.1111/j.1529-8817.2010.00815.x

Hastie, T.J., Tibshirani, R.J., 1990. *Generalized Additive Models*, Vol. 43. CRC Press.

Hégaret, H., Brokordt, K.B., Gaymer, C.F., Lohrmann, K.B., García, C., Varela, D., 2012. Effects of the toxic dinoflagellate *Alexandrium catenella* on histopathological and escape responses of the Northern scallop *Argopecten purpuratus*. *Harmful Algae* 18, 74–83. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2012.04.006>

Iriarte, J.L., González, H.E., Liu, K.K., Rivas, C., Valenzuela, C., 2007. Spatial and temporal variability of chlorophyll and primary productivity in surface waters of southern Chile (41.5-43° S). *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 74, 471–480. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2007.05.015>

Irwin, A.J., Nelles, A.M., Finkel, Z. V., 2012. Phytoplankton niches estimated from field data. *Limnol. Oceanogr.* 57, 787–797. <https://doi.org/10.4319/lo.2012.57.3.0787>

Jacob, B.G., Tapia, F.J., Daneri, G., Iriarte, J.L., Montero, P., Sobarzo, M., Quiñones, R.A., 2014. Springtime size-fractionated primary production across hydrographic and PAR-light gradients in Chilean Patagonia (41-50°S). *Prog. Oceanogr.* 129, 75–84. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2014.08.003>

Jauzein, C., Labry, C., Youenou, A., Quéré, J., Delmas, D. and Collos, Y., 2010. Growth and phosphorus uptake by the toxic dinoflagellate *Alexandrium catenella (dinophyceae)* in response to phosphate limitation. *J. Phycol.*, 46: 926-936. doi:10.1111/j.1529-8817.2010.00878.x

- Jones, M., S. Dye, J. Pinnegar, R. Warren, and Cheung, W., 2012. Modelling commercial fish distributions: Prediction and assessment using different approaches. *Ecol Modell.*, 225: 133-145.
- Lara, C., Miranda, M., Montecino, V., Iriarte, J.L., 2010. Chlorophyll-a MODIS mesoscale variability in the Inner Sea of Chiloé, Patagonia, Chile (41-43°S): Patches and Gradients? *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.* 45, 217–225. <https://doi.org/10.4067/S0718-19572010000200003>
- Lara, C., Saldías, G.S., Tapia, F.J., Iriarte, J.L., Broitman, B.R., 2016. Interannual variability in temporal patterns of Chlorophyll-a and their potential influence on the supply of mussel larvae to inner waters in northern Patagonia (41–44°S). *J. Mar. Syst.* 155, 11–18. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2015.10.010>
- Lilly, E.L., Halanych, K.M., Anderson, D.M., 2007. Species boundaries and global biogeography of the *Alexandrium tamarense* complex (*Dinophyceae*). *J. Phycol.* 43, 1329–1338. <https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.2007.00420.x>
- Maguire, J., Cusack, C., Ruiz-Villarreal, M., Silke, J., McElligott, D., Davidson, K., 2016. Applied simulations and integrated modelling for the understanding of toxic and harmful algal blooms (ASIMUTH): Integrated HAB forecast systems for Europe's Atlantic Arc. *Harmful Algae* 53, 160–166. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2015.11.006>
- Mardones, Clément A., Rojas, X. and Aparicio C., J., 2010. *Alexandrium catenella* during 2009 in Chilean waters, and recent expansion to coastal ocean. *Harmful Algae News* 41, 8–9.
- Mardones, J.I., Dorantes-Aranda, J.J., Nichols, P.D., Hallegraeff, G.M., 2015. Fish gill damage by the dinoflagellate *Alexandrium catenella* from Chilean fjords: Synergistic action of ROS and PUFA. *Harmful Algae* 49, 40–49. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2015.09.001>
- Mardones, J.I., Bolch, C., Guzmán, L., Paredes, J., Varela, D., Hallegraeff, G.M., 2016. Role of resting cysts in Chilean *Alexandrium catenella* dinoflagellate blooms revisited. *Harmful Algae* 55, 238–249. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2016.03.020>.
- Mardones, J.I., Müller, M.N., Hallegraeff, G.M., 2017. Toxic dinoflagellate blooms of *Alexandrium catenella* in Chilean fjords: a resilient winner from climate change. *ICES J. Mar. Sci. J. du Cons.* 74, fsw164. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsw164>
- Martín-García, L., Herrera, R., Moro-Abad, L., Sangil, C., Barquín-Diez, J., 2014. Predicting the potential habitat of the harmful cyanobacteria *lyngbya majuscula* in the Canary Islands (Spain). *Harmful Algae* 34, 76–86. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2014.02.008>
- McCullagh, P., Nelder, J.A., 1989. *Generalized Linear Models*. Chapman and Hall, London.
- Mendoza-Becerril, María de los Angeles, and Marques, C., 2013. Synopsis on the knowledge and distribution of the family *Bougainvilliidae* (*Hydrozoa*, *Hydroidolina*). *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 41(5), 908-924. <https://dx.doi.org/103856/vol41-issue5-fulltext-11>
- Molinet, C., Lafon, A., Lembeye, G., Moreno, C. a, 2003. Spatial and temporal distribution patterns of blooms of *Alexandrium catenella* (Whedon & Kofoid) Balech 1985, on inland seas of northwest Patagonia, Chile. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 76, 681–698. <https://doi.org/10.4067/S0716-078X2003000400011>
- Montecino, V., Uribe, P., Gonzalez, H., Riveros, J., Alarcón, G., Giglio, S., Martínez, V., Paredes, M.A., 2009. Bio-Óptica y diversidad de tamaños del fitoplancton en el Mar Interior De Chile: Variabilidad espacial en Invierno-Primavera 2004 y 2005.
- Muñoz, P., Avaria, S., Sievers, H. and Prado, R., 1992. Presencia de Dinoflagelados tóxicos del género *Dinophysis* en el seno Aysén, Chile. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.*, 27(2): 187-212.
- Navarro, J.M., Labraña, W., Chaparro, O.R., Cisternas, B., Ortiz, A., 2016. Physiological Constraints in Juvenile *Ostrea chilensis* Fed the Toxic Dinoflagellate *Alexandrium catenella*. *Estuaries Coasts* 1–9. <https://doi.org/10.1007/s12237-015-0061-1>
- Navarro, J.M., Muñoz, M.G., Contreras, A.M., 2006. Temperature as a factor regulating growth and toxin content in the dinoflagellate *Alexandrium catenella*. *Harmful Algae* 5, 762–769. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2006.04.001>
- Ørsted, L., Erik, J., Mousing, A., Richardson, K., 2017. Using species distribution modelling to predict future distributions of phytoplankton: Case study using species important for the biological pump 1–12. <https://doi.org/10.1111/maec.12427>
- Outeiro, L., Häussermann, V., Viddi, F., Hucke-Gaete, R., Försterra, G., Oyarzo, H., Kosiel, K., Villasante, S., 2015. Using ecosystem services mapping for marine spatial planning in southern Chile under scenario assessment. *Ecosyst. Serv.* 16, 341–353. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2015.03.004>

- Palma, S., Silva, N., 2004. Distribution of *siphonophores*, *chaetognaths*, *euphausiids* and oceanographic conditions in the fjords and channels of southern Chile. Deep. Res. Part II Top. Stud. Oceanogr. 51, 513–535. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2004.05.001>
- Pavés, H.J., González, H.E., Christensen, V., 2013. Structure and functioning of two pelagic communities in the North Chilean Patagonian coastal system. Hydrobiologia 717, 85–108. <https://doi.org/10.1007/s10750-013-1576-8>
- Phillips, S. J., Anderson, R. and Schapire, R., 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecol. Model. 190: 231–259, doi:10.1016/j.ecolmodel. 2005.03.026
- Phillips, S. J., and Dudík, M., 2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. Ecography, 31(2), 161-175.
- Reiss, H., S. Cunze, K. König, H. Neumann and Kröncke, I., 2011. Species distribution modelling of marine benthos: a North Sea case study. Mar. Ecol. Prog. Ser., 442: 71-86.
- Salgado Garrido, P.C., 2011. Distribución espacio-temporal de ensambles de quistes de dinoflagelados productores de floraciones algales nocivas en sedimentos osteros del sur de Chile (región de Los Lagos) durante los últimos 150 años. Universidad de Concepción.
- Sievers, H. A., Calvete, C. and Silva, N., 2002. Distribución de características físicas, masas de agua y circulación general para algunos canales australes entre el golfo de Penas y el Estrecho de Magallanes (Crucero CIMAR Fiordo 2), Chile. Cienc. Tecnol. Mar, 25(2): 17-43
- Sievers, H. and Prado, R., 1994. Contraste de las características oceanográficas del seno Aysén, Chile, entre invierno y verano (Lat. 45°20'S). Rev. biol. mar., 29, 167–209.
- Sievers, H. and Silva, N., 2008. Water masses and circulation in austral Chilean channels and fjords. Progress in the Oceanographic Knowledge of Chilean Interior Waters, from Puerto Montt to Cape Horn (Comité Oceanográfico Nacional - Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso), (1977), 53–58.
- Silva, N., 2006. Características físicas y químicas de los sedimentos superficiales de canales y fiordos australes. Av. en el Conoc. Ocean. las Aguas Inter. Chil. 69–75.
- Silva, N., Calvete, C. and Sievers, H., 1997. Características oceanográficas físicas y químicas de canales australes chilenos entre Puerto Montt y laguna San Rafael (Crucero CIMAR-Fiordo 1). Cienc. Tecnol. Mar (CONA) 20, 23–106
- Silva N, Calvete, C. and Sievers, H., 1998. Masas de agua y circulación general para algunos canales australes entre Puerto Montt y Laguna San Rafael, Chile (Crucero CIMAR-Fiordo 1) Cienc. Tecnol. Mar, Comité Oceanográfico Nacional (Chile) 22: 17-47.
- Silva, N., Haro, J. and Prego, R., 2009. Metals background and enrichment in the Chiloé Interior Sea sediments (Chile). Is there any segregation between fjords, channels and sounds? Estuar. Coast. Shelf Sci. 82, 469–476. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2009.02.005>
- Silva, N., Sievers, H.A., Prado, R. 1995. Características oceanográficas y una proposición de circulación, para algunos canales australes de Chile entre 41°20'S, 46°40'S. Rev. biol. mar., 30, 207–254.
- Silva, N., Vargas, C.A., 2014. Hypoxia in Chilean Patagonian Fjords. Prog. Oceanogr. 129, 62–74. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2014.05.016>
- Silva, C., Yáñez, E., Vargas, V., Aguilera, J., Lastra, J. y Sánchez, F., 2016. Modelo e implementación de un sistema de seguimiento y vigilancia de Marea Roja al Sistema de Información Geográfica de la Subsecretaría de Pesca Y Acuicultura. Informe Final FIP 2014-76, 366 pp.
- Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., Midgle, P.M., 2013. IPCC, 2013: climate change 2013: the physical science basis. In: Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY USA, 1535 pp.
- Strub, P., Mesías, J., Montecino, V., Rutlant, J., Salinas, S., 1998. Coastal ocean circulation off western South America. sea, Vol 11.
- Suárez, B., Guzmán, L., 2005. Mareas rojas y toxinas marinas. Editor. Univ. Santiago Chile 1–56.
- Thuiller, W., Lafourcade, B., Engler, R., Araújo, M.B., 2009. BIOMOD - A platform for ensemble forecasting of species distributions. Ecography (Cop.). 32, 369–373. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2008.05742.x>

Torres, R., Frangopulos, M., Hamamé, M., Montecino, V., Maureira, C., Pizarro, G., *et al.* 2011. Nitrate to silicate ratio variability and the composition of micro-phytoplankton blooms in the inner-fjord of Seno Ballena (Straits of Magellan, 54°S). *Cont. Shelf. Res.*, 31, 244–253.

Torres R., Silva N., Reid B., Frangopulos M., 2014. Silicic acid enrichment of Subantarctic surface water from continental inputs along the Patagonian Archipelago interior sea (41–56 S). *Prog. in Oceanogr.*, 129, 50–61.

Tyberghein, L., Verbruggen, H., Pauly, K., Troupin, C., Mineur, F., De Clerck, O., 2012. Bio-ORACLE: A global environmental dataset for marine species distribution modelling. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 21, 272–281. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2011.00656.x>

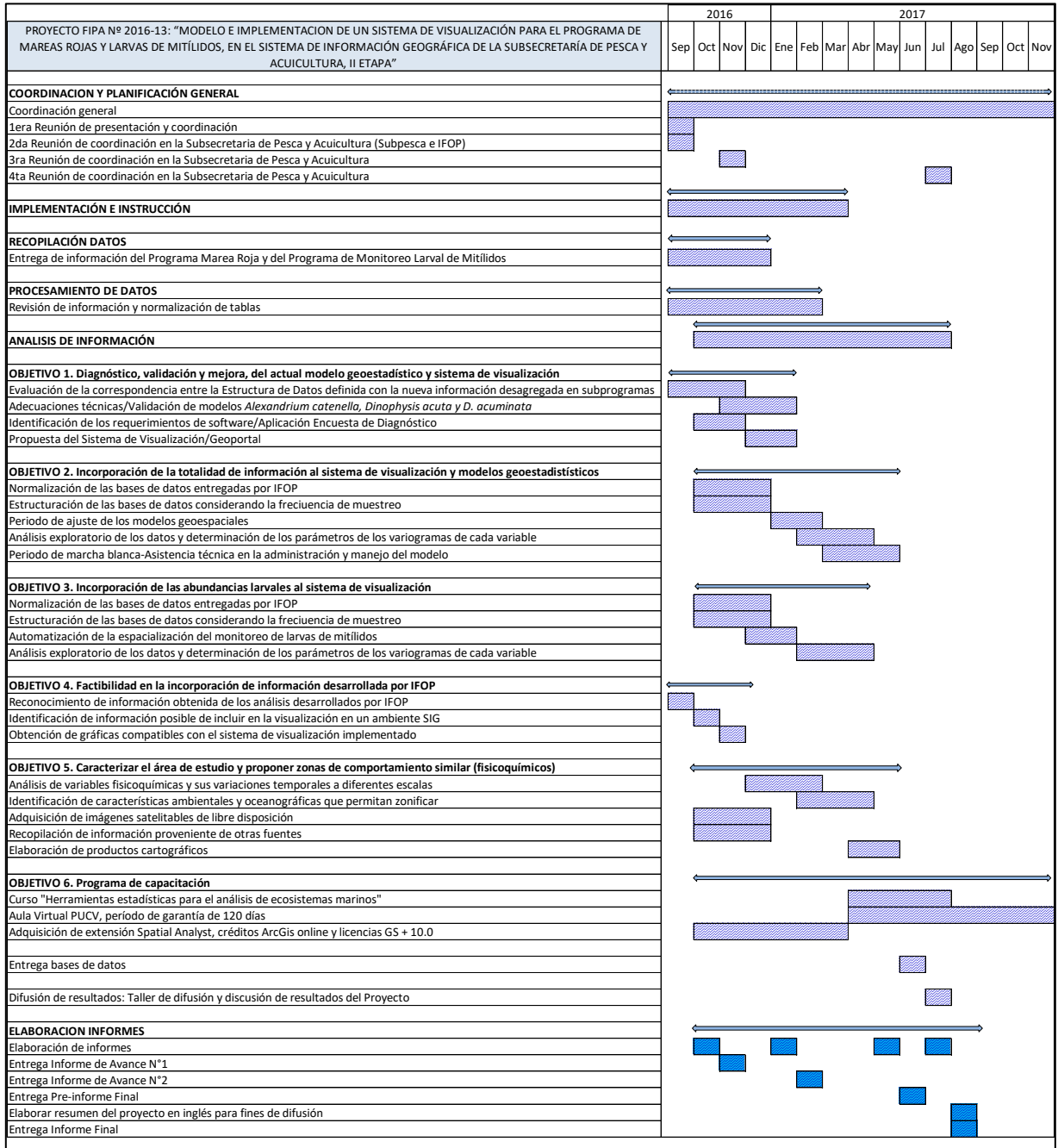
Uribe, J.C., Oyarzún, S., and Latorre, V., 2010. *Alexandrium catenella* (Whedon & Kofoid) Balech, 1985, in magellan waters, Chile. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 38(1), 103-110. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-686X2010000100007>

Varela, D., Paredes, J., Alves-de-Souza, C., Seguel, M., Sfeir, A., Frangópulos, M., 2012. Intra-regional variation among *Alexandrium catenella* (Dinophyceae) strains from southern Chile: Morphological, toxicological and genetic diversity. *Harmful Algae* 15, 8–18. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2011.10.029>

Villanueva, F., 2005. Biogeografía y análisis retrospectivo de *Alexandrium catenella dinoflagellata* en la zona austral de Chile. Tesis de grado presentada como parte de los requisitos para optar al grado de licenciado en biología marina. Facultad de Ciencias Escuela de Biología Marina. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile, 81 pp.

Wells, M.L., Vera L. Trainer, Theodore J. Smayda, Bengt S.O. Karlson, Charles G. Trick, Raphael M. Kudela, Akira Ishikawa, Stewart Bernard, Angela Wulff, Donald M. Anderson, William P. Cochlan. (2015) Harmful algal blooms and climate change: Learning from the past and present to forecast the future, *Harmful Algae*, Volume 49, Pages 68-93, <https://doi.org/10.1016/j.hal.2015.07.009>.

ANEXO 11. CARTA GANTT



ANEXO 12. PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD

Nombre: Claudio Silva	2016				2017										
	Actividad	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.
A. COORDINACIÓN Y PLANIFICACIÓN	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	6
B. IMPLEMENTACIÓN E INSTRUCCIÓN	5	5	5	5	5	5	5								
C. RECOPIACIÓN DATOS		10	10	10											
D. RECOPIACIÓN MATERIAL VISUAL															
E. PROCESAMIENTO DATOS	10	20	20	20	10	10									
F. ANÁLISIS INFORMACION		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10				
G. CURSO DE CAPACITACION								10	10	10	10				
H. ELABORACION INFORMES				20					20					20	
	33	53	53	73	33	33	23	28	48	28	28	8	27	6	

Nombre: Nelson Silva	2016				2017										
	Actividad	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.
A. COORDINACIÓN Y PLANIFICACIÓN	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
B. IMPLEMENTACIÓN E INSTRUCCIÓN															
C. RECOPIACIÓN DATOS		10	10	10											
D. RECOPIACIÓN MATERIAL VISUAL															
E. PROCESAMIENTO DATOS	5	5	5	5											
F. ANÁLISIS INFORMACION		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5				
G. CURSO DE CAPACITACION															
H. ELABORACION INFORMES				8					8					8	
	19	24	24	32	9	9	9	9	17	9	9	4	12	4	

Nombre: Antonio Canepa	2016				2017									
Actividad	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.
A. COORDINACIÓN Y PLANIFICACIÓN														
B. IMPLEMENTACIÓN E INSTRUCCIÓN														
C. RECOPIACIÓN DATOS														
D. RECOPIACIÓN MATERIAL VISUAL														
E. PROCESAMIENTO DATOS	10	8	8	8	8	8								
F. ANÁLISIS INFORMACION		20	20	10	10	10	10	10	10	10	10			
G. CURSO DE CAPACITACION							10	10	10	10	10	10		
H. ELABORACION INFORMES				5					5				5	
	10	28	28	23	18	18	20	20	25	20	20	10	5	0

Nombre: Viviana Vargas	2016				2017									
Actividad	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.
A. COORDINACIÓN Y PLANIFICACIÓN	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
B. IMPLEMENTACIÓN E INSTRUCCIÓN	2	2	2	2	2									
C. RECOPIACIÓN DATOS		10	10	10										
D. RECOPIACIÓN MATERIAL VISUAL														
E. PROCESAMIENTO DATOS	10	20	20	20	10	10								
F. ANÁLISIS INFORMACION		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
G. CURSO DE CAPACITACION								10	10	10	10			
H. ELABORACION INFORMES				20					20				20	
	26	46	46	66	26	24	14	24	44	24	24	4	24	4

Nombre: Jaime Aguilera	2016				2017									
Actividad	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.
A. COORDINACIÓN Y PLANIFICACIÓN	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5				
B. IMPLEMENTACIÓN E INSTRUCCIÓN	20	20	10											
C. RECOPIACIÓN DATOS														
D. RECOPIACIÓN MATERIAL VISUAL														
E. PROCESAMIENTO DATOS	20	20	20	20	20	10								
F. ANÁLISIS INFORMACION		20	20	20	20	20	10	10	10	10	10			
G. CURSO DE CAPACITACION								10	10	10	10			
H. ELABORACION INFORMES				20					20				20	
	65	65	55	65	45	35	15	25	45	25	20	0	20	0

Nombre: José Lastra	2016				2017									
Actividad	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.
A. COORDINACIÓN Y PLANIFICACIÓN	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5				
B. IMPLEMENTACIÓN E INSTRUCCIÓN	20	10	10											
C. RECOPIACIÓN DATOS		20												
D. RECOPIACIÓN MATERIAL VISUAL														
E. PROCESAMIENTO DATOS	30	30	30	20	30	20								
F. ANÁLISIS INFORMACION		20	20	20	20	20	10	20	20	20	10			
G. CURSO DE CAPACITACION								10	10	10	10			
H. ELABORACION INFORMES				20					20				20	
	85	85	65	65	55	45	15	35	55	35	20	0	20	0

Nombre: Cristián Larraguibel	2016				2017									
Actividad	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.
A. COORDINACIÓN Y PLANIFICACIÓN	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5				
B. IMPLEMENTACIÓN E INSTRUCCIÓN	20	20	10											
C. RECOPIACIÓN DATOS														
D. RECOPIACIÓN MATERIAL VISUAL														
E. PROCESAMIENTO DATOS	20	20	20	20	20	10								
F. ANÁLISIS INFORMACION		20	20	20	20	20	10	10	10	10	10			
G. CURSO DE CAPACITACION								10	10	10	10			
H. ELABORACION INFORMES				20					20				20	
	65	65	55	65	45	35	15	25	45	25	20	0	20	0

Nombre: María Eugenia Gallardo	2016				2017									
Actividad	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.
A. COORDINACIÓN Y PLANIFICACIÓN	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5				
B. IMPLEMENTACIÓN E INSTRUCCIÓN	20	20	10											
C. RECOPIACIÓN DATOS														
D. RECOPIACIÓN MATERIAL VISUAL														
E. PROCESAMIENTO DATOS	20	20	20	20	20	10								
F. ANÁLISIS INFORMACION		20	20	20	20	20	10	10	10	10	10			
G. CURSO DE CAPACITACION								10	10	10	10			
H. ELABORACION INFORMES				20					20				20	
	65	65	55	65	45	35	15	25	45	25	20	0	20	0