

Reporte Crisis Social Ambiental en Chiloé

Anexo Metodológico

Ernesto Molina Balari (PhD Quantitative Marine Science)

Septiembre 2016

Materiales y Métodos

Muestras de agua

Para la recolección de muestras de agua de mar se utilizó una botella oceanográfica Niskin (5 litros). En las estaciones de mar exterior (estaciones 1, 2 y 3) las profundidades muestreadas fueron 5m, 25m, 50m, 75m y 100m. Para las estaciones de mar interior (Estaciones 4 a 8) las profundidades definidas fueron 5m y 50m. Las muestras fueron recolectadas en frascos de policarbonato 250ml. La geolocalización de las estaciones visitadas se realizó con un GPS Garmin Fénix 3 Zafiro. En la representación de los datos obtenidos se utilizó la versión R_2016a del programa Matlab y el programa Ocean data View (ODV 4.7.7).

Nutrientes

Cada botella fue lavada (enjuagada) 3 veces antes de proceder a tomar la muestra. Posteriormente, de la botella de 250 ml se tomaron sub-muestras con jeringas de 60 ml, a las cuales se les adicionaron porta filtro (e.g. swinnex) con filtro de boro silicato (e.g. GF75-25MM; GF/F). Finalmente las sub-muestras de agua fueron filtradas y guardadas en frascos de 50 ml. El filtrado se realizó con el fin de poder congelar la muestra y evitar la lisis celular, la cual puede alterar la cuantificación de nutrientes después del descongelamiento. Las sub-muestras también fueron enjuagadas antes de ser llenadas. Cada profundidad muestreada fue realizada con filtros, jeringas y porta filtros diferentes, para evitar posibles contaminaciones.

Las sub-muestras fueron transferidas a un congelador (-20° C) y congeladas para su posterior análisis.

Las concentraciones de nutrientes reactivos vienen dadas en unidades de μ moles por kg de agua de mar. Se midieron concentraciones de Silicatos, Nitratos, Nitritos y Fosfatos, en todas las muestras de agua obtenidas durante la expedición. Los análisis fueron realizados por Season Mediciones Ambientales Ltda., y las concentraciones expresadas en micromoles por litro [μ mol/L].

Principios de análisis:

La determinación de nutrientes está basado en el método de EPA-600/4-79-020 (1984) para el Nitrito y Nitrato; Morris y Riley (1963) y modificado por Strickland y Parson (1968) para el Fosfato; Strickland y Parson (1968) para el Silicato.

Pigmentos fotosintéticos

El análisis de pigmentos fotosintéticos, se realizó por el método de fluorometría (i.e. clorofila-*a*, feopigmentos), que consiste básicamente en la extracción de los pigmentos en acetona PA 90% por 24 horas a -20°C y posterior análisis en un fluorómetro Turner Designs modelo Trilogy de última generación (Holm-Hansen *et al.*, 1965). Los análisis fueron comisionados a Season Mediciones Ambientales Ltda. y los resultados están expresados en miligramos por metro cubico [mg/m³].

La calibración de este equipo se realizó con estándar primario de clorofila-*a* libre de clorofila-*b* (Sigma) y en base al método (445.0) propuesto por la 'Environmental Protection Agency (EPA)' de Estados Unidos, que está ligado a la regulación y reforzamiento de medidas para proteger el medio ambiente (Arar y Collins, 1997).

Mediciones in-situ

Para las mediciones de temperatura del agua se utilizaron cuatro unidades de sensores de temperatura (**HOBO TidbiT v2 Water Temperature Data Logger**). Los sensores fueron programados para registrar la temperatura (grados Celcius) cada 15 segundos. Los perfiles temperatura fueron analizados y graficados en Matlab_R2016a.

Para obtener una aproximación de la atenuación de la luz en la columna de agua se realizaron mediciones con disco Secchi en cada una de las estaciones visitadas.

Datos Satelitales

Los datos satelitales que fueron utilizados para este informe son todos de libre acceso y fueron procesados con softwares de libre acceso y a disposición de cualquier usuario registrado.

MODIS-Aqua Temperatura Superficial del Mar (SST) y MODIS-Aqua Concentración de Clorofila-a

Las imágenes satelitales de temperatura superficial del mar (SST) y de Clorofila-*a* (Chl-*a*) fueron procesadas de L1 a L3 con SeaDAS 7.3.1 (un paquete integral de análisis de imágenes para el procesamiento, visualización, análisis y control de calidad de los datos del color del océano). Las imágenes fueron obtenidas de los sitios oficiales de la NASA Goddard Space Flight Center, específicamente del sitio del Grupo de Procesamiento de Color del Océano (ColorOcean Biology Processing Group /OBPG).

Los datos de concentraciones de Chl-*a* para los meses de marzo y mayo (MODIS_Aqua L3, diarios, 500m de resolución) se obtuvieron de los mencionados sitios de la NASA (<http://modis.gsfc.nasa.gov>). El producto OC3-MODIS es un algoritmo de relación entre bandas de radiación que usa una relación entre las bandas azul y verde para estimar las concentraciones de Chl-*a* (Blondeau-Patissier *et al.* 2014). Para evitar pixeles de aguas turbias en donde los datos pueden verse afectados por sedimentos u otras sustancias (e.g. materia organica-CDOM), se consideraron únicamente datos a más de 8 km de distancia de la costa.



AVISO Altimetría - Velocidades Geostróficas Absolutas

Los datos de circulación geostrófica usados en este estudio, representados por mapas de vectores de velocidades superficiales, corresponden a datos del campo de velocidad geostrófica absoluta derivado de productos satelitales de elevación de la superficie del océano (i.e. SSH = Sea Surface height). Estos productos de altimetría fueron producidos por Ssalto / Duacs y distribuidos por Aviso, con el apoyo de Cnes (<http://www.aviso.altimetry.fr/duacs/>). Los productos de elevación del océano (SSH) están disponibles para todo el globo. Al usar estos productos de SSH se están considerando los movimientos superficiales de gran escala, sin el efecto de las forzantes de vientos y mareas.

Se obtuvieron datos diarios, en tiempo real, del campo de velocidades geostróficas superficiales para marzo y mayo del 2016. También se obtuvieron datos de las componentes meridionales y zonales de las corrientes geostróficas para los mismos periodos.

Bibliografia

Methods for chemical analysis of water and wastewater; EPA-600/4-79-020;US Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Environmental Monitoring and Support Laboratory: Cincinnati, OH, 1984; Method 353.2.

Murphy J. & Riley J. P. (1962) A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta* **27**, 31–6.

Strickland, J.D.H., and Parsons, T.R. (1968). Determination of reactive silicate. In: A Practical Handbook of Seawater Analysis. *Fisheries Research Board of Canada, Bulletin* **167**, 65–70.

Arar E.J. & G.B. Collins, 1997. In vitro Determination of Chlorophyll a and Pheophytin a in Marine and Freshwater Algae by Fluorescence. Revision 1.2. *National Exposure Research Laboratory*. USA.

Holm-Hansen O., C. J. Lorenzen, R. W. Holmes & J. D. Strickland, 1965. Fluorometric determination of chlorophyll. *J. Cons. Cons. Int. Explor. Mer* **30**: 3-15.

Parsons T.R., Y. Maita & C.M. Lalli, 1984. A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis. Pergamon Press, Oxford, UK (173 pp).

Blondeau-Patissier D, Gower JF, Dekker AG, Phinn SR, Brando VE. 2014. A review of ocean color remote sensing methods and statistical techniques for the detection, mapping and analysis of phytoplankton blooms in coastal and open oceans. *Prog Oceanogr.* **123**:123–144.

Stammer, D. 1997. Global characteristics of ocean variability estimated from regional TOPEX/POSEIDON altimeter measurements. *J. Phys. Oceanogr.*, **27**, 1743–1769.

Mongin MM, Abraham ER, Trull TW. 2009. Winter advection of iron can explain the summer phytoplankton bloom that extends 1000 km downstream of the Kerguelen Plateau in the Southern Ocean. *J Mar Res* **67**:225–237