

## Trabajo Práctico de Evaluación N°1

Carolina Tauro, Estefanía De Elia y Cesar Germán Maglione

9 de Mayo de 2022

El fitoplancton es el conjunto de organismos autótrofos unicelulares, microscópicos y flotantes que se encuentran en las capas superficiales iluminadas de los océanos, y constituye la base de la cadena alimentaria acuática. La presencia de fitoplancton en aguas oceánicas se pone en evidencia debido a que ocurre un cambio significativo en el color del mar, dado por la variación de la concentración de la clorofila-a (Cl-a), el pigmento fotosintético más abundante de su composición. Es por ello que la concentración de Cl-a es un buen indicador o *proxy* de la abundancia de fitoplancton en un determinado lugar. La variación en la respuesta espectral del océano en el rango visible se puede detectar mediante sensores ópticos montados en plataformas satelitales, constituyendo la base del estudio del *color del mar* (*ocean color* en inglés) (ver, por ejemplo, en el cuadro izquierdo de la figura 2).

A partir de la regresión de mediciones conjuntas de concentración de Cl-a y la respuesta espectral del cuerpo de agua tomadas *in situ*, se han desarrollado algoritmos empíricos para determinar Cl-a a partir de mediciones satelitales de la reflectancia emergente del océano  $\rho_w$ . Estos algoritmos se sustentan en el hecho de que un aumento de la Cl-a en el agua produce una disminución en la reflectancia de agua en el azul y un aumento de la misma en la región del verde de la parte visible del espectro electromagnético (ver figura 1). Teniendo esto en cuenta, los algoritmos empíricos se basan en relaciones de dichas bandas.

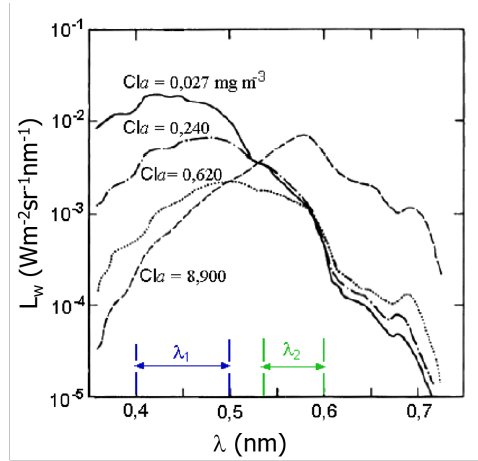


Figura 1: Firmas espectrales para diferentes concentraciones de Cl-a.

Los algoritmos estándares que usa la NASA para la mayoría de sus sensores (por ejemplo MODIS) son empíricos (conocidos como OC#), y su forma funcional general es [1]:

$$\log_{10}(Cla) = a_0 + \sum_{i=1}^4 a_i \left( \log_{10} \left( \frac{\rho_w(\lambda_{blue})}{\rho_w(\lambda_{green})} \right) \right)^i, \quad (1)$$

donde Cl-a está en unidades de  $[mg\ m^{-3}]$ ,  $\lambda_{blue}$  y  $\lambda_{green}$  corresponden a las mediciones en las bandas del azul y del verde del sensor en cuestión. Los coeficientes  $a_i$  dependen también del sensor, y se encuentran especificados en tablas como la que se muestra a continuación [1].

Cuadro 1: Coeficientes y bandas usadas en algunos de los algoritmos operativos de NASA [1].

Algoritmo	Sensor	$\lambda_{blue}$	$\lambda_{green}$	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$
OC2S	SeaWiFS	490	555	0.2511	-2.0853	1.5035	-3.1747	-0.3383
OC3	SeaWiFS	443>490	555	0.2515	-2.3798	1.5823	-0.6372	-0.5692
OC3M	MODIS	443>488	547	0.2424	-2.7423	1.8017	0.0015	-1.2280
OC4	SeaWiFS	443>490>510	555	0.3272	-2.9940	2.7218	-1.2259	-0.5683

El archivo adjunto *Firma.csv* contiene los datos de una firma espectral, es decir un conjunto de datos del tipo  $(\lambda[\text{nm}], \rho_w)$ . Estos datos *in-situ* fueron tomado con un espectro-radiómetro en el Golfo San Matías de las costas de Argentina, en febrero de 2013 (figura 2).

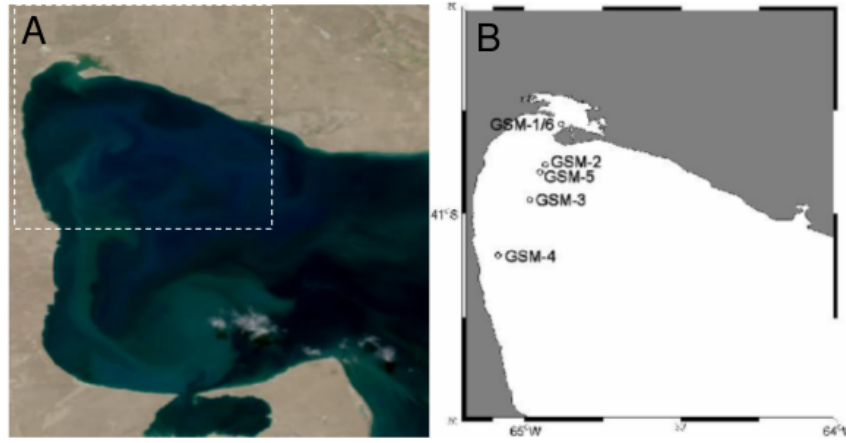


Figura 2: Area de estudio: Golfo San Matías. A la izquierda se muestra una imagen satelital MODIS de la zona.

Usando esta información:

- Graficar la firma espectral.
- Calcular cuánto mediría un sensor ideal en sus bandas centradas en el azul  $\lambda_{azul} = 490\text{nm}$  y en el verde  $\lambda_{verde} = 555\text{nm}$ , suponiendo un ancho de banda de 10nm.
- Usando el resultado del punto anterior calcule la concentración de Cl-a en el punto usando el modelo OC2S.
- Si la determinación de la Cl-a *in situ* realizada con el método fluorométrico arrojó un valor de  $cla_{fluoro} = 0,49 \text{ mg m}^{-3}$ , cuál es error relativo y el relativo porcentual?
- Cuál es la ventaja de considerar la siguiente expresión en lugar de la ecuación (1)?

$$\log_{10}(Cla) = a_0 + R(a_1 + R(a_2 + R(a_3 + Ra_4))), \quad (2)$$

$$\text{donde } R = \log_{10} \left( \frac{\rho_w(\lambda_{blue})}{\rho_w(\lambda_{green})} \right).$$

## Referencias

- [1] Feldman, G.C. and McClain, C.R., <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>, (2016).