

Análisis mesoescalar de datos oceanográficos a través de productos satelitales mejorados.

L.Maroto, J.Pérez-Marrero, M.J.Rueda, L.Cardona, M.Villagarcía, J.Godoy y O.Llinás

Dpto. de Oceanografía, Instituto Canario de Ciencias Marinas, Apdo. 56, Telde, 35200, Gran Canaria

Resumen

Las ventajas de la utilización de la teledetección en el ámbito oceanográfico resultan evidentes en cuanto a la cantidad de datos que se obtienen distribuidos tanto en el espacio como en el tiempo. Pero existe un problema asociado a las mediciones radiométricas que es la presencia de nubes que altera la calidad de las mediciones y puede llegar a hacer que la información parezca poco útil. Para poder paliar este problema a menudo se utilizan imágenes medias. La utilización de medias móviles que fluctúan con la entrada de la imagen diaria ofrece una visión dinámica.

En el presente trabajo se presenta un producto medio mejorado que se genera a partir de la imagen media y que podría describirse como una modelización de esta. Este producto optimizado conserva la precisión que le confieren las imágenes diarias a partir de las cuales se genera y consigue una mayor cobertura espacial obteniendo información continuada sobre la zona de estudio. El resultado es totalmente superponible con información proveniente de otros campos tanto escalares como vectoriales. La sinergia con toda la información lo muestra como idóneo para el análisis mesoescalar y el estudio de la dinámica marina. Se presenta también la validación de los datos mejorados mediante la comparación con datos de temperatura medidos por boyas derivantes.

1.Introducción

En el análisis de las imágenes diarias frecuentemente perdemos información debido a la masa nubosa que no deja ver tras de ella. En productos como la clorofila y la temperatura superficial marina que se obtienen a partir de radiancias o de sensores que operan en el rango visible e infrarrojo, este es un problema común que puede llegar a deteriorar el trabajo programado. En este sentido se hace interesante plantear un producto que rellene o dibuje los huecos resultantes de la generación de la media ordinaria. Con la mejor información disponible se pretende un producto

optimizado que muestre en la medida de lo posible, mediante reconstrucción a partir de imágenes diarias anteriores al día de análisis, la visión de estructuras oceanográficas. Se presenta un producto de valor añadido obtenido como una mejora de la imagen media después de un proceso estadístico de cálculo para los píxeles conflictivos

(nubes, bordes de nubes...) que pasaron los filtros de nubes y/o aerosoles. El producto no ofrece una visión instantánea del medio pero sin embargo es adecuado para el estudio en mesoescala porque facilita una visión continuada en el espacio. La construcción de la media móvil (sale la primera imagen que entra a formar parte del cálculo, léase la más antigua en el tiempo, y entra como nueva la más actual) proporciona también información continuada en el tiempo. Ambas características le confieren una gran utilidad en la observación y seguimiento de las estructuras oceanográficas. El ritmo de la variación en el tiempo para fenómenos marinos es del orden de varios días, por lo que el proceso estadístico no merma de forma significativa ninguna característica física sino que por el contrario aumenta la posibilidad de observarlas ya que es capaz de secuestrar señales en días anteriores y fundirlas con la información diaria.

Los productos de temperatura y clorofila obtenidos son totalmente superponibles y pueden fusionarse además con otro tipo de datos como vientos sobre la superficie del mar, velocidad de la corriente geostrófica o niveles de espesor óptico de aerosoles.

2. Metodología

Las imágenes de temperatura superficial del mar (TSM) han sido generadas con un software de creación propia. El algoritmo tipo seleccionado tras las experiencias de validación [1] es el split-window [2]. El enmascaramiento de nubes y aerosoles fuertes se basa en la obtención de una máscara binaria con el criterio de no nube (para NOAA-16) si ;

$$(S_{12} > 2) \text{ y } (J < 0.62) \text{ y } (-50 < h < 0)$$

$$\text{Siendo } j = 100\Delta T_{45n}/p_3$$

$$h = S_{12} / \rho_3$$

$$S_{12} = \rho_1 / \rho_2$$

ρ_1, ρ_2, ρ_3 reflectancias en los canales 1,2, y 3^a

ΔT_{45} diferencia de temperaturas de brillo

La clorofila se procesa con el paquete Seadas aunque se utiliza un algoritmo local desarrollado en el ICCM basado en ajuste por mínimos cuadrados entre las observaciones de clorofila in situ y las medidas radiométricas del seawifs [3]. Los productos diarios generados se someten a algoritmos de corrección geométrica una vez hecho el recorte del área de interés cada píxel de la imagen original es remuestreado sobre una malla equiangular con resolución espacial aproximada de una milla náutica (1x1 minuto de arco), utilizando el criterio de mínima distancia euclídea. Con esto se consigue que ambos productos sean totalmente superponibles píxel a píxel, con lo que se facilita enormemente su tratamiento estadístico.

Se generan varios productos multitemporales (media, imagen desviación, imagen n° de observaciones, acumulación aot.). Para solventar el problema de la contaminación nubosa en la media se utiliza la interpolación lineal en el dominio del tiempo. A partir de la imagen media se construye una Imagen Optima. Se crea una mascara de nubes a aplicar en la imagen media con la finalidad de eliminar bordes y suavizar. Se considera como cero el valor en un píxel cuando se repita en más de la mitad de las situaciones. Además se construye una imagen de T^a máxima y se compara con la imagen media de manera que si la diferencia entra ellas es significativa (img. T^a max. - img. T^a med. > 6) es indicativa de que pudieron escaparse píxeles conflictivos que contaminaron el resultado de la media. Para estos casos se define un entorno que acota el rango en el cual se analiza si existen valores cercanos a la temperatura máxima, en caso afirmativo se define un nuevo valor medio que se calcula a partir del valor máximo y los datos encontrados bajo el entorno. En las situaciones para las que no se encuentren valores enmarcados en el entorno pero la diferencia entre las imágenes máxima y media supere el valor del umbral, se define como valor medio el máximo. Con este proceso se hace un análisis de los valores extrañamente bajos para evitar artefactos que no fueron eliminados en la cadena de proceso y sustituirlos por valores optimizados.

Un segundo paso consiste en comparar los datos obtenidos con la media climatológica obtenida con los datos pathfinder desde 1998 hasta el 2004.

Se generan rutinas en IDL para los procesos de ingestión de datos y cálculo de la media, obteniendo con relativa facilidad un producto medio diario es

decir, una representación diaria correspondiente a la imagen media calculada con la actual más las n anteriores en el tiempo estipuladas por el operador.

3. Resultados y discusión

3.1-Calidad del Producto

En la imagen 1 se observa la TSM para el día 28 de octubre del año 2004. Cualquier estudio en el entorno del archipiélago se evidencia totalmente imposible. Con el cálculo de la media según se ha descrito mejora la situación de la falta de cobertura pero sin embargo la discontinuidad de la información es notable (imagen 2a). Con la optimización de la media conseguimos una visión dinámica del entorno en la que se definen estructuras oceanográficas como las plumas del afloramiento, y las estelas cálidas al sur de las islas generadas por el apantallamiento que éstas provocan a los vientos dominantes (imagen 2b).

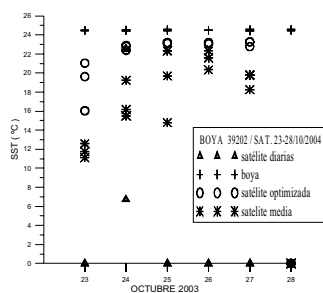


Figura1- Valores de SST para el periodo del 23-28 Octubre de 2004

En la figura 1 se representan los valores de temperatura para las posiciones coincidentes con una boya extraídos desde diferentes productos .La aproximación que supone la diferencia entre la obtención de un solo dato válido utilizando las imágenes diarias frente a los que resultan del empleo de las medias es importante. Con la imagen optimizada se consigue un acercamiento mayor a los valores reales de la boya con respecto al empleo de la media. Se fija en 6 el número de imágenes que componen la media del producto optimizado por considerarse ésta una medida de tiempo aceptable para el ritmo en el que suceden los fenómenos marinos de mayor interés. Las características térmicas de las estructuras se mantienen durante suficientes días a este fin.

3.2- Validación

Los resultados de la confrontación de valores de TSM obtenidos para la boya y el producto optimizado muestran que el nuevo producto ofrece

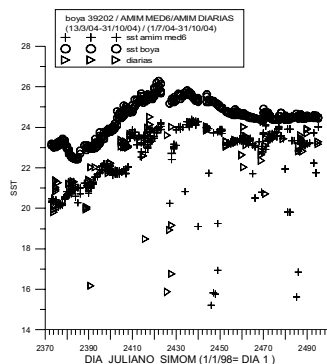


Figura2- Valores de SST desde el 1/7/2004 hasta el 31/10/2004

la misma sensibilidad que las imágenes diarias a partir de las cuales se generó y aumenta la densidad de valores. La precisión puede verse afectada por la contaminación debida a aerosoles a pesar de que las imágenes individuales sufren un proceso de enmascaramiento, lo que puede traducirse en temperaturas aparentes más bajas. Durante los meses de Julio y Agosto hubo entradas importantes de calma, figura2.

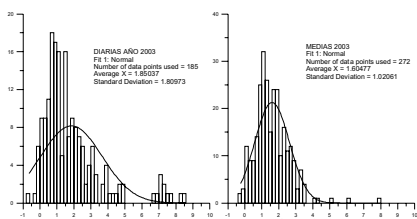


Figura 3- Distribución de diferencias en las imágenes diarias (izq.) y las optimizadas (dcha)

La distribución de las diferencias de temperatura entre las medidas de la boya y los datos satelitales, figura3, se mantiene en el mismo rango para el nuevo producto mejorando incluso el valor del error cuadrático medio.

	n° pares	r ² boya/sate lite	error medio	Desv. Estan.
Diaria	185	0.45	1.85°C	1.81°C
Media	272	0.78	1.60°C	1.02°C

3.3 Fusión de datos

El producto es solapable con otros parámetros escalares o vectoriales. La sinergia entre múltiples fuentes de información para un escenario común ayuda a la interpretación y facilita la identificación y seguimiento de estructuras mesoescalares. En el ejemplo (Imagen 3) sobreponemos valores de corriente geostrofica (media calculada para cuatro días) derivados de los altímetros ERS1-2 y Topex-Poseidon a la imagen optimizada de clorofila para los días de estudio. Señala remolinos oceánicos o giros a sotavento de las islas, que se forman como resultado del obstáculo que el archipiélago ofrece al flujo de la Corriente de Canarias. A la misma escena de temperatura sobreponemos los valores de viento superficial obtenidos con el quiskat y promediados para seis días. Al sur del archipiélago soplan del noreste sin destacarse ninguna estructura oceanográfica. Se observan los filamentos de aportes de agua más fría desde la costa africana o plumas del afloramiento de los Cabos de Ghir, Yubi y Bojador que se corresponden con concentraciones altas de clorofila. En la imagen de TSM se observa un calentamiento al suroeste coincidente con un giro anticiclónico señalado con la geostrofia en la imagen de clorofila y que llevan asociado un núcleo cálido. Es notable la correspondencia entre las estructuras de clorofila y la geostrofia.

4. Referencias

- [1] J. Pérez-Marrero, O.Llinás, L.Maroto, M.J.Rueda and A.Cianca . Saharan dust storms over the Canary Islands during winter 1998 as depicted from the advanced very high-resolution radiometer. Deep Sea Research. Part II, (49). pp 3465-3479. A (2002).
- [2] Mc. Clain E.P.,Pichel W.G.,Walton C.G.Comparative performance of AVHRR based Multichannel Sea Surface Temperature. Journal of Geophysical Research,vol 89,nº c3,pp 3655-3661(1985)
- [3] J.Pérez-Marrero, J., L. Maroto, Jany Godoy and Octavio Llinás. Phytoplankton Biomass Estimation in the Northern Canary Box, Using Sewifs And in Situ Data .Ocean Optics XV. Octubre 16-20, 2000. Mónaco.

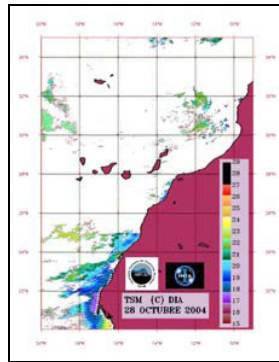


Imagen 1- Imagen diaria de SST 28/10/2004

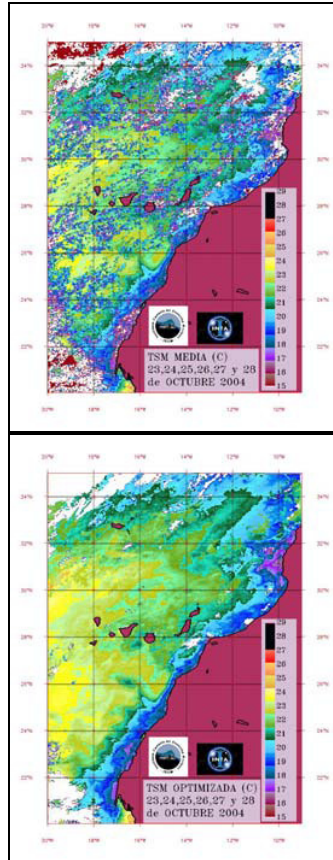


Imagen2- 2.a Imagen media (arriba) y 2b optimizada (abajo)

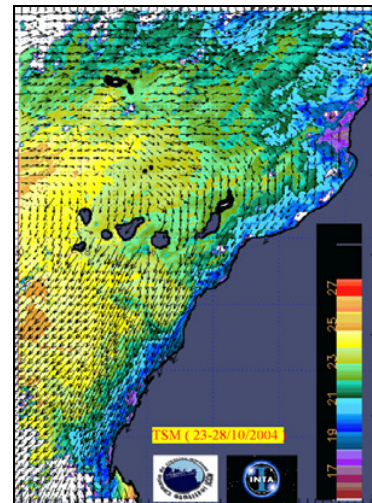
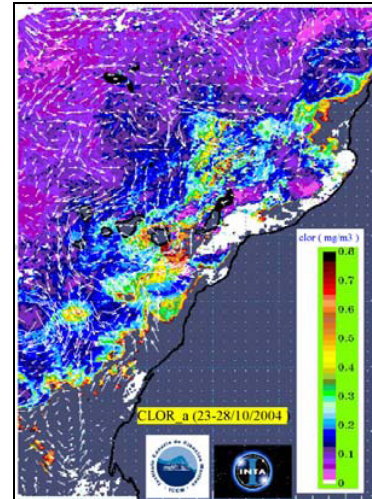


Imagen3: Imagen media de clorofila para el período del 23 al 28 de Octubre de 2004 (arriba) sobrepuestos los vectores de velocidad de corriente geostrofica. Abajo la imagen de temperatura correspondiente al mismo período y vectores de velocidad superficial del viento.