ANÁLISIS DE ERRORES EN CANTIDADES INFERIDAS A PARTIR DE MEDICIONES CON XBTS

A. Marrero, A. Rodríguez-Santana, J.L. Pelegrí, P. Sangrà y P. Pérez-Rodríguez

Departamento de Física, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

En este trabajo se examinan los errores en diversas propiedades hidrodinámicas que son calculadas a partir de datos de temperatura de la columna de agua, obtenidos con sondas batitermográficas (XBT y AXBT). En este caso las principales fuentes de error son aquellas debidas no solo a limitaciones en la exactitud y resolución de los sensores de temperatura utilizados por estas sondas, sino a la necesidad de inferir la densidad utilizando datos de temperatura y en ausencia de mediciones de salinidad. En este trabajo también mostraremos la aplicación de los conceptos aquí desarrollados a varias cantidades, tales como el índice de separación entre isopicnas $j = \rho(\partial z / \delta \rho)$, el gradiente diapícnico de la velocidad $s = \partial v / \partial \rho$, y el número de gradiente de Richardson $Ri = (g\, j)/(\rho\, s)^2$; en estas expresiones ρ es la densidad potencial, z la profundidad y v la velocidad del fluido.

En el caso de datos obtenidos con sondas batitermográficas existen varias fuentes de error, a saber: (1) errores en profundidad que dependen de la exactitud de las tasas de caída de las sondas, usualmente del orden de ±2%, (2) errores en temperatura, típicamente entre 0,05 y 0,50°C, (3) incertidumbres en las coordenadas de la estaciones obtenidas con sistemas de posicionamiento GPS, del orden de 100 m, (4) limitaciones en la resolución de profundidad (0,1 m) y temperatura (0,01°C), y (5) aquellos errores indirectos debidos a que los cálculos se realizan sobre superficies que no son exactamente superficies isopicnas.

Los errores máximos en propiedades pueden estimarse utilizando un análisis de propagación de los errores en los puntos (1) a (4) anteriores. Sin embargo, también debe considerarse el punto (5), causado por las diferencias que existen entre las superficies que se determinan (λ=constante, donde λ puede ser la temperatura o alguna propiedad inferida a partir de ella) y las superficies isopícnicas, de forma que para una variable dependiente cualquiera c tenemos:

$$\left.\frac{\partial c}{\partial x}\right|_{\rho} = \left.\frac{\partial c}{\partial x}\right|_{\lambda} + \left.\frac{\partial c}{\partial \lambda}\frac{\partial \lambda}{\partial x}\right|_{\rho}$$

En particular, este último aspecto es importante para determinar s y, por ende, la velocidad referida a alguna superficie isopícnica.

En base a la discusión anterior se pueden determinar las siguientes expresiones para errores relativos de diversas variables, tales como j, s, Ri:

$$\delta j = j\left(\frac{\delta\rho}{\rho} + \frac{2\delta z}{\Delta z} + \frac{2\delta\rho}{\Delta\rho}\right)$$

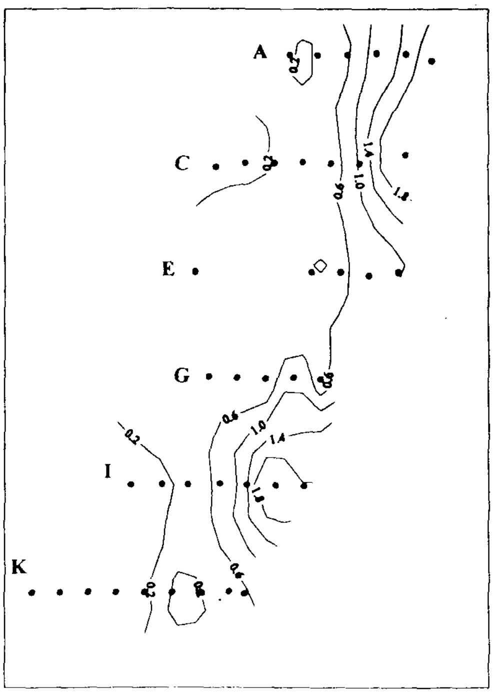
$$\delta s = s\left(\frac{\delta\rho}{\rho} + \frac{2\delta z}{\Delta z} + \frac{2\delta\rho}{\Delta\rho} + \frac{2\delta x}{\Delta x}\right)$$

$$\delta Ri = Ri\left(\frac{\delta j}{j} + \frac{2\delta\rho}{\rho} + \frac{2\delta s}{s}\right)$$

donde δρ, δz, δx corresponden a errores en las mediciones de esas variables, mientras que Δρ, Δz, Δx corresponden a los intervalos utilizados para evaluar esas variables a partir de los datos de campo.

Un aspecto que merece consideración especial es el cálculo de $\delta\rho$. Si en la región bajo consideración las curvas temperatura-salinidad (T-S) fuesen únicas, es decir $T=T(S)$, entonces podríamos decir que $\rho=\rho(T)$ y el error $\delta\rho$ dependería sólo de la resolución en las mediciones de temperatura. Sin embargo, suele ocurrir que aguas de diferente salinidad tienen un mismo valor de temperatura, lo que incrementa el valor de $\delta\rho$. En este caso $\delta\rho$ puede inferirse utilizando curvas de temperatura-densidad (T-ρ) obtenidas a partir de datos históricos para la zona en consideración, de forma que $\delta\rho=\delta\rho(T)$ viene dado por la dispersión en los valores de densidad para una temperatura dada.

El análisis anterior es aplicado a datos de AXBTs de la costa este de Estados Unidos, en la región de la Corriente del Golfo [1,2], obteniéndose que las mediciones de temperatura son bastante adecuadas para inferir la distribución de otras cantidades. La mayor limitación estriba en la dispersión de los valores de $\rho(T)$, pues si es grande entonces la fracción $\delta\rho/\Delta\rho$ aumenta y el error relativo en las cantidades inferidas hace otro tanto. En este caso el método es adecuado sólo para determinar variaciones sobre escalas de ρ considerablemente mayores que la incertidumbre $\delta\rho$. La figura muestra la distribución de $\delta Ri\,/\,Ri$ en una zona de la Corriente del Golfo de aproximadamente 200 Km x 400 Km.



[1] J. M. Bane Jr., D. A. Brooks y K. R. Lorenson, Synoptic obervations of the three-dimensional structure and propagation of Gulf Stream meanders along the Carolina continental margin, J. Geophys. Res., **86** (1981) 6411-6425.
[2] L. P. Atkinson, Distribution of Antarctic Intermediate Water over the Blake Plateau, J. Geophys. Res., **88** (1983) 4699-4704.