

## Efectos no lineales sobre la circulación forzada por el viento

En esta práctica utilizaremos el modelo QG barotrop para estudiar el comportamiento del modelo de Stommel y Munk y su interacción con los efectos no lineales. Consideraremos una cuenca de extensión zonal  $L_x = 4000$  km y meridional  $L_y = 2000$  km y modificaremos los valores de los coeficientes de fricción de fondo y laterales como así también el número de Rossby

Trabajaremos con los archivos de configuración

“QG param NL1.dat“

“QG param NL2.dat“

“QG param NL3.dat“.

Una vez que se obtienen las salidas del modelo, realizar los siguientes puntos:

1. Explicar para cada caso el proceso de spin-up del modelo, es decir, la estabilización numérica. Para ello, graficar la evolución de la energía cinética total. Calcule para cada simulación el número de iteraciones necesario para alcanzar el estado estacionario. Utilice el siguiente criterio:

Busque el mínimo paso temporal  $k$  tal que se cumpla:

$$|E_{\text{cinetica}}(i)| < 1 \quad \forall i > k,$$

$$E_{\text{cinetica}}(i) = \left( \frac{E_{\text{cinetica}}(\text{nend}) - E_{\text{cinetica}}(i)}{E_{\text{cinetica}}(\text{nend})} \right) * 100$$

2. Calcular y graficar el campo de función corriente ( $\psi$ ) en  $\text{m}^2 \text{s}^{-1}$ , el transporte meridional ( $M_y$ ) en Sv ( $1 \text{ Sv} = 10^6 \text{ m}^3 \text{s}^{-1}$ ) y la vorticidad relativa ( $\zeta$ ) en  $\text{s}^{-1}$ . Describa las diferencias entre cada simulación y compare (cualitativamente) los campos de función corriente y de vorticidad del modelo de Munk y de Stommel. ¿Qué rasgo aparece en el modelo de Munk ausente en el modelo de Stommel?
3. Graficar un corte zonal del transporte meridional a la latitud central de la cuenca ( $M_y$  [Sv] versus distancia [km]). Usar una misma figura para todas las simulaciones. Repetir el gráfico para la vorticidad relativa ( $\zeta$  [ $\text{s}^{-1}$ ] versus distancia [km])
4. Estimar para cada simulación el transporte meridional de la corriente de borde oeste (en Sv), el transporte meridional total (en Sv) y la extensión zonal de la corriente de borde oeste (en km). Realizar todos los cálculos a la latitud central de la cuenca. Analizar la variación del transporte de la corriente de borde oeste y el ancho de la misma en función del coeficiente de fricción de fondo.
5. Al alcanzar el estado estacionario, las ecuaciones del modelo de Stommel y Munk se reducen a:

$$\frac{\partial \psi'}{\partial x'} - \nabla \times \tau' + E_f \zeta' = 0$$

$$\frac{\partial \psi'}{\partial x'} - \nabla \times \tau' - A_h \nabla^2 \zeta' = 0$$

¿Cómo se modifica el balance de la vorticidad cuando los efectos no lineales son considerados? Explique el significado físico de cada uno de los términos y el predominio de cada uno en cada sección de la cuenca

6. Analice el balance de vorticidad en toda la cuenca siguiendo el recorrido de una parcela de agua a lo largo de una línea de corriente cerrada.