

Utilización de un modelo matemático-computacional en la simulación barotrópica del golfo San Jorge

Carlos A. Talay

Rodolfo E. Reinhard

Unidad Académica Río Gallegos

Universidad Nacional de la Patagonia Austral

Santa Cruz (9400), Argentina

E-mail: ctalay@mixmail.com, rgreinhard2@yahoo.com.ar

Abstract

La modelización de procesos físicos es siempre un aspecto complicado de abordar, por la cantidad de variables que intervienen, la complejidad en la incorporación de estas variables al modelo y el cálculo de la interacción que se genera entre ellas. En este artículo se presenta un trabajo, que actualmente se encuentra en desarrollo, en donde mediante la utilización del modelo matemático computacional POM, se puede simular como afecta una forzante viento circulaciones con vinculación barotrópicas en la zona del Golfo San Jorge, ubicado entre las provincias de Santa Cruz y Chubut en Argentina.

Palabras Clave: Simulación por Computadora - Forzante de viento - Predicción de comportamiento

1. Introducción

Los modelos de simulación por computadoras que predicen comportamientos físicos, en este caso particular oceanográficos [1], básicamente se clasifican en dos, los modelos de diferencias finitas y los modelos de elementos finitos. Para este caso en particular se ha optado la utilización de un modelo de diferencia finitas, también conocido como sistema explícito, a fin de realizar un modelamiento dinámico barotópico del Golfo San Jorge y en particular analizar como una forzante de viento afecta la circulación y el cambio general de estado del mismo [2].

El modelo oceánico utilizado, POM (Princeton Ocean Model), ha sido aplicado con éxito al estudio de varias regiones costeras del planeta

[3] [4] [5] [6] analizando variados aspectos del comportamiento oceánico, mostrando ser una valiosa ayuda para inferir el comportamiento general y la manera particular en como una variable determinada interactúa con el resto, influyendo en el comportamiento general de una zona marítima. Posee un tratamiento de las variables en 3D, que posibilita definir una cantidad determinada de capas, permitiendo realizar un análisis estratificado de la evolución general del ámbito en estudio [7].

El Golfo San Jorge contiene, a la altura de su línea media y en la parte más occidental, dos importantes ciudades patagónicas, Comodoro Rivadavia en la provincia del Chubut y Caleta Olivia en la provincia de Santa Cruz, por tanto determinar el comportamiento bajo

condiciones particulares es importante, ya que la zona es de gran interés regional debido a las actividades pesqueras, petroleras y recreacionales que allí se desarrollan, por tanto condiciones climáticas adversas dificultan o tornan peligrosas el desarrollo de las mismas.

2. Parametrización y aplicación del modelo en el golfo

Todo modelo simula lo más fielmente posible el comportamiento de un proceso dado, como exactos sean el diseño y desarrollo de su programación, y la fidelidad con que recreemos las variaciones de las variables que debe procesar. En este sentido, la batimetría del Golfo y los vientos que se registran en la zona son dos de los parámetros más

importantes con los cuales debe configurarse el sistema.

2.1 Incorporación de la batimetría

El Golfo San Jorge es un accidente geográfico que se extiende desde los 45° a los 47° 10' de latitud sur, lo que comprende unos 250 km. de extensión norte-sur y desde los 66° 25' a los 68° 30' de longitud oeste, lo que determina unos 150 km. de extensión este-oeste. Tiene profundidades importantes en su zona norte y central, con máximos de unos 100 m. alternando zonas de fondos irregulares y relativamente bajos en la parte sur [8] [9] [10]. El Golfo y su entorno poseen las características batimétricas que podemos apreciar en la siguiente figura.

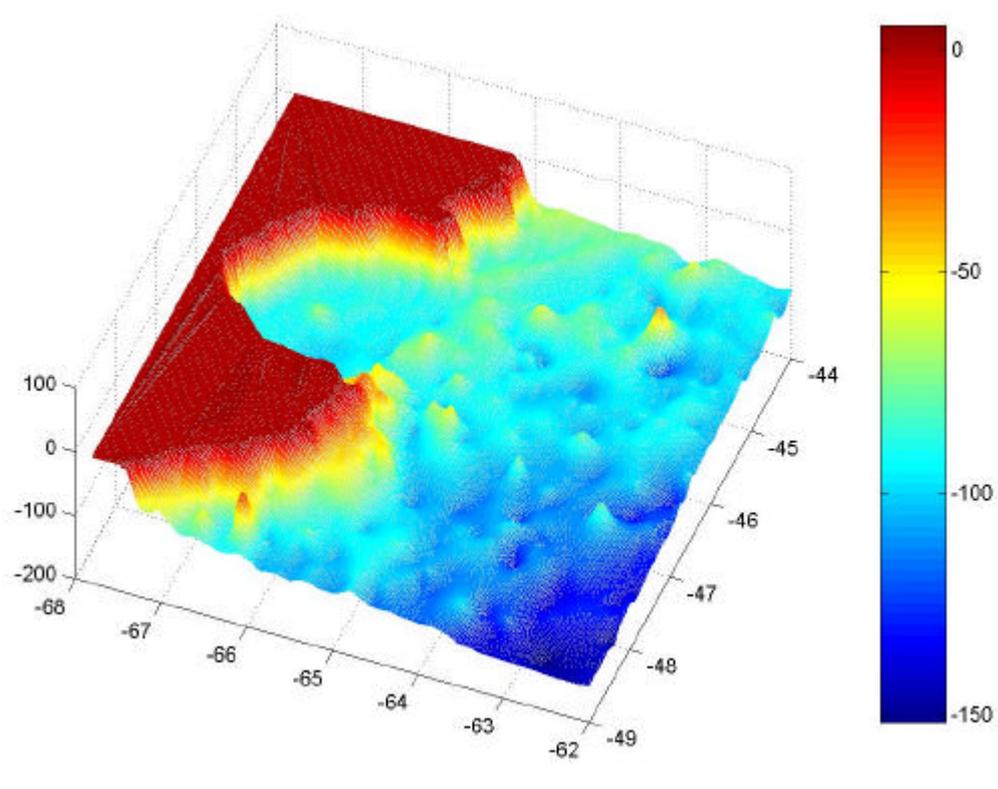


Figura 1 -Representación batimétrica del Golfo Sana Jorge (Profundidades en metros y dimensiones en grados)

Esta base de datos batimétrica, es la configuración sobre la cual se correrá el

modelo computacional y que caracterizará, en gran medida, el comportamiento de la masa

de agua que circule por la zona brindando datos fundamentales sobre su evolución. Esta información fue obtenida mediante la digitalización de cartas del Servicio de Hidrografía Naval del Golfo San Jorge [11]. Es así que compaginando esta información, con la digitalización de la línea de costa como referencia de nivel cero, se obtuvo un modelo tridimensional. Luego esta información es convertida en un archivo de datos y

proporcionada como valores de entrada al programa.

2.2 El comportamiento del viento

La zona del golfo, como gran parte de la zona costera patagónica, puede sufrir el embate de fuertes vientos, principalmente en temporada estival. En las tablas subsiguientes podemos ver, a manera de referencia, magnitudes y direcciones predominantes.

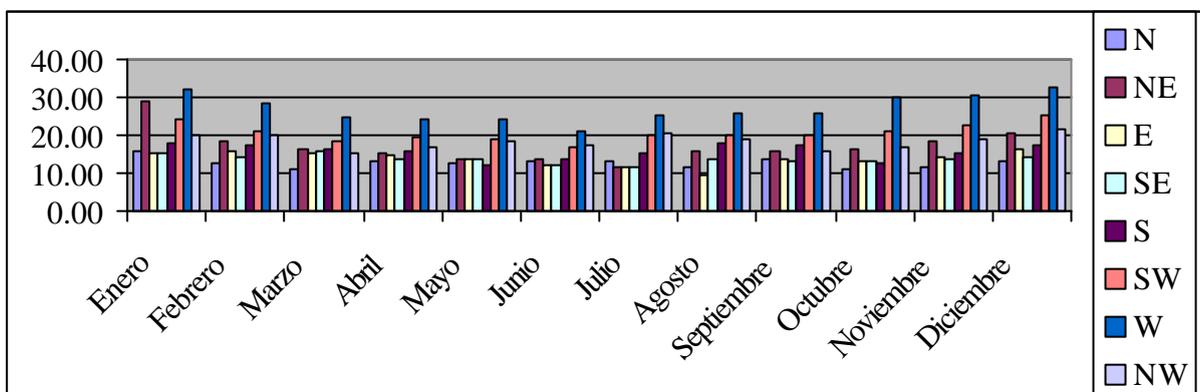


Figura 2 - Valores medios de componentes del viento (km/h) vs. mes (años 1991-2000)

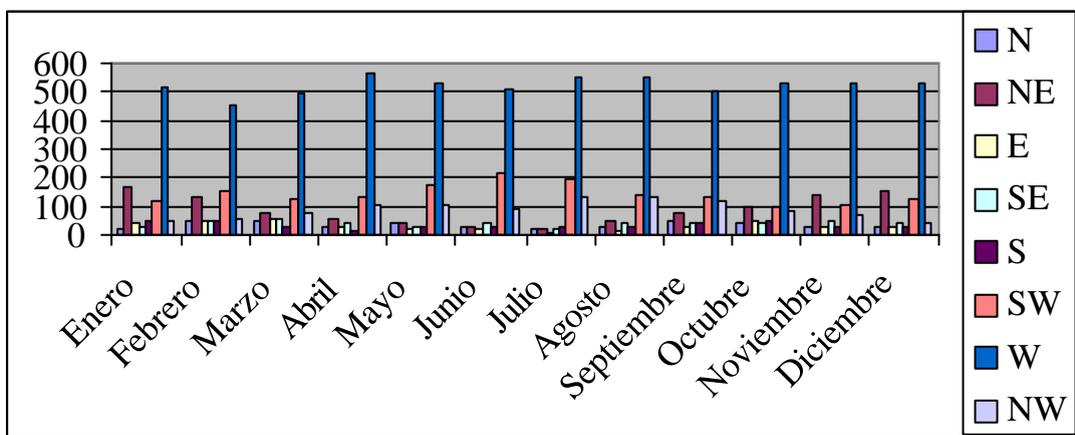


Figura 3 - Distribución de frecuencia de muestras promedio anuales vs. mes (años 1991-2000)

Como podemos ver en las figuras 2 y 3, existe una marcada preponderancia en viento de la dirección del sector oeste, a lo largo de todo el año y un aumento de intensidad en los meses de octubre a febrero. Con estos datos se puede

obtener una primera aproximación en la definición de una función matemática que caracterice el comportamiento y permitan brindar en forma continua valores de la variable.

3. Resultados preliminares

Una vez incorporadas todas estas variables conocidas al modelo y habiendo realizado diversas corridas con funciones matemáticas que recrean el comportamiento del parámetro viento bajo distintas condiciones que imperan en la zona, podemos comenzar a determinar resultados. Estos resultados harían prever que cuando se registran valores de una determinada intensidad de viento, este se transforma en un factor preponderante en el comportamiento de toda la zona de estudio. Esto se debe a que el viento produce desplazamientos de las masas de agua ubicadas en la capa superficial del Golfo, produciendo un fenómeno arrastre sobre las partículas de agua y estas uno de transporte sobre los distintos agentes orgánicos o inorgánicos que se encuentran distribuidas en ese segmento superficial, sin embargo pasada una cierta profundidad este efecto es compensado por el desplazamiento relativo de las capas de las masas de agua, en el sentido contrario al que se registra en la superficie, que compuesto con el movimiento que generan las mareas y las corrientes marinas determinan una caracterización dinámica particular de la zona de estudio. Al registrarse las intensidades de viento más notables en el período que transcurre desde parte de la estación de primavera e inicio del verano, se podría inferir que durante esa época del año las aguas del golfo presentarán un estado de mezcla más notorio que en los meses de otoño e invierno, período en el cual, ayudado por las temperaturas del agua notablemente más bajas, el golfo permanecería en general, en un estado

de mayor estabilidad, esto como consecuencia de tener menores intensidades de viento y capas de agua con características más homogéneas de temperatura, por lo cual no se producirían procesos de mezcla tan dramáticos. Así mismo, para entender como las masas de agua actúan como un sistema de amortiguamiento y atenuación en la evolución de estos procesos, también se está experimentado en la determinación del tiempo transcurrido hasta la estabilización del modelo, suponiendo dos condiciones iniciales, una en donde partimos desde un estado inicial de reposo, sin viento, y a partir de un instante de tiempo dado se aplica una intensidad de viento determinada compatible con los niveles máximos registrados y la otra partiendo de un estado inicial de agitación, resultante de aplicar vientos fuertes tal los predominantes en la zona, para luego llevar a valores nulos de la variable y determinar el tiempo total que requiere el sistema para llegar a un estado de reposo.

4. Conclusiones y posibles líneas de investigación futura

Teniendo en cuenta el análisis que se ha realizado sobre el funcionamiento del modelo, y la mediante la parametrización del mismo la aplicación a esta topología en particular, se observa que si bien el ámbito posibilita realizar simplificaciones importantes, la falta de datos precisos en la zona marítima del Golfo, determina complicaciones al momento de realizar los contrastes necesarios para poder efectuar una correcta validación de los

resultados obtenidos. Este hecho es un importante impedimento para realizar ajustes en tiempo real y poder llevar adelante la posible implementación de un sistema que permita realizar un pronóstico adecuado de todo el sistema. De todos modos, se puede trabajar en tiempo diferido y particularmente de forma estacional para determinar una aproximación que permita la resolución de situaciones climáticas particulares. Así el modelo se transforma en una valiosa herramienta que permite analizar y predecir el resultado ante ciertas condiciones climáticas previas y definir posibles eventos futuros. Un caso concreto sobre la aplicación de estos

estudios es la posibilidad de realizar un análisis que indique el desplazamiento de objetos o sustancias ante la aparición de fuertes vientos en superficie y como se dispersan estas sustancias. En particular simular la distribución en el plano de superficie, o espacial, en forma dinámica de esta dispersión y en caso de tratarse de agentes contaminantes que fuesen derramados en el ámbito del Golfo, que áreas afectarían. Dentro de estos contaminantes podemos considerar tanto los generados como residuos de las dos importantes ciudades que allí se ubican, como el posible derrame de sustancias contaminantes transportadas por navíos dentro de la zona en estudio.

5. Bibliografía

- [1] Bowden K.F. "Physical Oceanography of Coastal Waters" J. Wiley & Sons (1983)
- [2] Palma E.D., Matano R.P. and Piola A.R. "A numerical study of the Southwestern Atlantic Shelf circulation: Barotropic response to tidal and wind forcing" Journal of Geophysical Research, Vol. 109 (2004)
- [3] Chapman D.C "Numerical treatment of cross-shelf open boundaries in a barotropic coastal ocean model" J. Phys. Oceanogr. 25 (1985)
- [4] Davies M. A. and Hall P. "The response of the North Channel of the Irish Sea and Clyde Sea to wind forcing" Continental Shelf Research (1999)
- [5] Xue H., Chal F. and Pettigrew N.R. "A Model Study of the Seasonal Circulation in the Gulf of Maine" American Meteorological Society (1999)
- [6] Oey L.Y. and Chen P. "A model simulation of circulation in the northeast Atlantic shelves and seas" Journal of Geophysical Research., 20 087-20 115. (1992)
- [7] David J.S. and Beletsky D. "Relative effects of wind stress curl, topography, and stratification on large-scale circulation in Lake Michigan" Journal of Geophysical Research, Vol. 109 (2003)
- [8] Rivas Andres L. "Current-meter observations in the Argentine Continental Shelf" PII: S0278-4343(96)00039-8 (1996)
- [9] Krepper C.M. y Rivas A. L. "Análisis de las características oceanográficas de la zona austral de la Plataforma Continental Argentina y aguas adyacentes". Acta Oceanográfica Argentina 2 (2) 83-106 (1977)
- [10] Piola A. R y Rivas A. L. "Corrientes en la Plataforma Continental. El Mar Argentino y sus recursos pesqueros" I.119-132 (1997)
- [11] Cartas "H3" y "Golfo San Jorge" – Servicio de Hidrografía Naval Argentina.