

SISTEMA DE ALTA RESOLUCIÓN CON MALLA DESESTRUCTURADA PARA EL PRONÓSTICO DEL OLEAJE COSTERO EN EL GOLFO DE CÁDIZ

Ángel Martínez Ferrer⁽¹⁾, Ernesto Barrera Rodríguez⁽²⁾, Justo Conde Criado⁽³⁾

⁽¹⁾ AEMET, C/ Leonardo Prieto Castro, 8. amartinezf@aemet.es

⁽²⁾ AEMET, Delegación en Canarias, jbarrerar@aemet.es

⁽³⁾ AEMET, C/ Leonardo Prieto Castro, 8. jcondec@aemet.es

La evolución del oleaje está determinada por la ecuación de conservación de la energía. Ésta es una ecuación de la advección no lineal con término independiente que contabiliza fuentes y sumideros de la energía del oleaje. La resolución de este tipo de ecuaciones es numérica y por el Método de Diferencias Finitas sobre una malla regular rectangular de resolución espacial (Δx , Δy).

El modelo WaveWatch III (NOAA) es uno de los principales estándares para la predicción del oleaje. Usa un esquema de resolución de la ecuación explícito, tal que el paso de tiempo Δt en el que se propaga la onda solución (de velocidad c_g) ha de cumplir la condición de Courant-Friedrichs-Levy (CFL) para evitar la aparición de inestabilidades en el flujo:

$$\Delta t \leq \min(\Delta x, \Delta y) / c_{g\max}$$

Esto implica que la adopción de resoluciones espaciales cada vez mayores llevará a menores pasos de tiempo, ralentizando la predicción del oleaje.

Es posible apurar el paso de tiempo en el modelo WaveWatch debido a la naturaleza espectral en frecuencias y direcciones del oleaje, que obliga a definir varios intervalos de tiempo: global, de propagación espacial e interespectral. También la velocidad de grupo del oleaje es ajustable según el periodo del grupo. Pero el campo fluido resultaría muy sensible al medio físico de entrada, en concreto a cambios bruscos en la batimetría. La integración del modelo en mallas anidadas acaba produciendo campos irreales en la malla de resolución=1' como muestra la Figura 1:

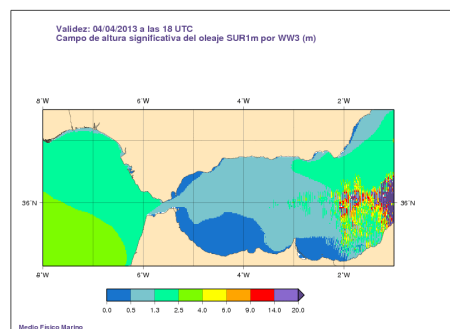
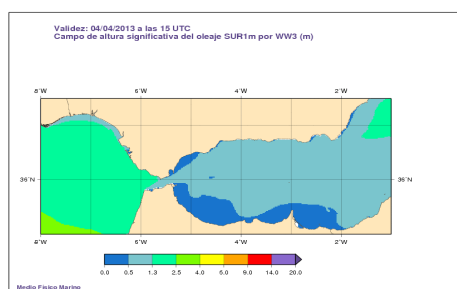


Fig. 1.- Desestabilización de la predicción de la altura significativa del oleaje con WW3 a res=1'

Las necesidades de la predicción pasan por superar estos problemas, para lo cual conviene un modelo numérico con distintos principios. Existen tres líneas de diseño numérico independientes de la condición CFL: modelos semilagrangianos, implícitos y por el método de los elementos finitos (f.e.m. en sus siglas en inglés).

El modelo SWAN (Simulating WAVes Near shore) es semilagrangiano y admite mallas desestructuradas, es decir, no regulares, bajo el principio de f.e.m. De esta manera se consigue superar el escollo CFL, así como la posible sustitución del anidamiento de mallas de resolución creciente por una única malla de resolución customizable en las zonas que defina el usuario de la predicción. La Figura 2 muestra una malla desestructurada en el Mar de Alborán obtenida con la aplicación BatTRi sobre Triangle, que profundiza en detalle sobre las zonas de batimetría más influenciadas por el oleaje:

Fig. 2.- Discretización por triangulación del campo fluido en el Mar de Alborán.

Los forzamientos del oleaje (viento, corrientes, nivel del mar) vienen bajo mallas regulares de resolución fija. El Sistema de Predicción del Oleaje Costero (SPOC) montado en AEMET ingesta los vientos de HIRLAM 0.05 y 0.16 en una sucesión de mallas anidadas hasta llegar a una resolución de 1.5'. La introducción de SWAN desestructurado posibilita y fomenta la aplicación de mallas de viento de mayor resolución. Así, la ingesta de campos procedentes del modelo HARMONIE en SWAN desestructurado permitiría la obtención de más datos y más precisos cerca de la costa, donde más demandada es la predicción del oleaje.

El entorno del Golfo de Cádiz-Estrecho de Gibraltar-Mar de Alborán es un área especialmente crítica por las condiciones meteorológicas, por su batimetría altamente cambiante (Figura 3) y por el denso tráfico marítimo que soporta. La conjunción de campo de vientos de alta resolución con un modelo de predicción del oleaje no sometido a problemas de desestabilización suponen la fórmula ideal a aplicar en este entorno.

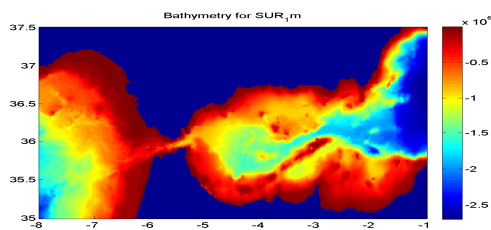


Fig. 3.- Batimetría con resolución 1' en el Golfo de Cádiz y Mar de Alborán.

Bibliografía:

- The SWAN team, 2013: "SWAN Scientific and Technical Documentation". Delft University of Technology. Delft, Netherlands.
- Tolman, H.L., 2009: "User manual and system documentation of Wavewatch III". Environmental Modelling Center-NOAA. Camp Springs, USA.
- Holthuijsen, L.H., 2007: "Waves in Oceanic and Coastal Waters". Cambridge University Press. Cambridge, UK.