

Productos Operativos del Estado del Mar para la Seguridad Náutica

Luciano Banegas^a, Alvaro S. Scardilli^a

^a *Departamento Meteorología, Servicio de Hidrografía Naval*

Abstract. Este estudio presenta los productos operativos derivados de la implementación del modelo de olas Austral-WaveWatch III y de los modelos de ondas de tormenta y marea astronómica, en el Servicio de Hidrografía Naval. La simultaneidad de modelos permite la generación de productos para los navegantes en apoyo a la seguridad náutica, proporcionando altura y período de olas para el hemisferio sur, con un enfoque detallado en la plataforma continental argentina. También incluye un modelo de ondas de tormenta que considera el efecto meteorológico, combinado con la marea astronómica para generar un producto de altura total del agua, de fundamental importancia para la navegación en el Río de la Plata, ría de Bahía Blanca y actividades costeras. Estos pronósticos operativos son utilizados por el Servicio Meteorológico de la Armada y accesibles a través del sitio web del Servicio de Hidrografía Naval, facilitando decisiones estratégicas en la gestión de emergencias costeras y la planificación marítima. Este enfoque integrado mejora significativamente la capacidad de previsión y respuesta ante eventos oceanográficos críticos, promoviendo la seguridad y eficiencia en las aguas argentinas.

Keywords: wavewatch3;meteorología;oceanografía;olas;onda de tormenta

1. INTRODUCCIÓN

El modelo WaveWatch III Austral es una herramienta avanzada de predicción y análisis de olas que se utiliza para comprender y prever las condiciones oceánicas en el hemisferio sur. Desarrollado por el Servicio de Hidrografía Naval, este modelo proporciona información detallada sobre la altura, el período y la dirección de las olas, elementos cruciales para la seguridad náutica, la gestión marítima y la investigación oceanográfica. WaveWatch III es un modelo numérico de olas basado en la ecuación de onda espectral, diseñado para simular y prever el comportamiento de las olas en grandes áreas oceánicas. La versión Austral del modelo ha sido específicamente adaptada para cubrir las características y condiciones del hemisferio sur, con un enfoque particular en la plataforma continental argentina y sus alrededores. El modelo WaveWatch III utiliza la ecuación espectral de onda, que describe la evolución temporal y espacial del campo de olas mediante la distribución espectral de energía. Esta ecuación se resuelve numéricamente para proporcionar predicciones de altura, período y dirección de las olas en función de las condiciones iniciales y de frontera especificadas.

El modelo WaveWatch III también integra la formulación de equilibrio espectral de olas, considerando la interacción entre diferentes componentes de la ola, como el mar de fondo (swell) y el oleaje local (sea). Adicionalmente, se incorpora un esquema de resolución de las ecuaciones de ondas en el dominio espectral que permite una descripción detallada del estado del mar. La versión Austral del WaveWatch III incluye mejoras específicas para el hemisferio sur, tales como la adaptación a las características regionales de vientos y mareas. El modelo utiliza datos de forzamiento meteorológico global, proporcionado por el NCEP (National Centers for Environmental Prediction), para generar predicciones precisas. En resumen, el modelo WaveWatch III Austral representa una herramienta robusta y flexible para la predicción de olas, adaptada a las particularidades del hemisferio sur. Su integración de ecuaciones espectrales avanzadas y la capacidad de ofrecer datos en tiempo real lo convierten en un recurso invaluable para la seguridad y gestión de las actividades marítimas.

2. RESULTADOS

Se presentan los resultados obtenidos mediante la modelación hidrodinámica con el modelo WaveWatch III Austral, destacando los productos generados para diversas regiones y parámetros oceánicos. Estos productos, que se actualizan automáticamente, están disponibles en la sección de modelos y pronósticos del sitio web del Servicio de Hidrografía Naval (<https://www.hidro.gov.ar/ModelosPronosticos.asp>), garantizando así que los usuarios accedan a información actualizada en tiempo real. Los resultados subrayan la capacidad del modelo para ofrecer predicciones detalladas y útiles, contribuyendo significativamente a la gestión marítima y a la seguridad náutica en la región.

La Figura 1 presenta la altura significativa y el período de las olas (mar local), así como la altura significativa del swell para el Atlántico Sur. El gráfico del período de olas muestra la duración media entre la llegada de sucesivas olas, lo que indica la frecuencia con que las olas pasan por un punto. Junto con la altura significativa, que representa la altura promedio de las olas más altas, el período de olas ayuda a entender la energía y el comportamiento de las olas en la región. Esta visualización permite observar cómo el mar local, influenciado por condiciones meteorológicas recientes, y el swell, generado a distancias mayores, se combinan para formar las condiciones actuales del mar. La información proporcionada facilita la identificación de áreas clave para la navegación y la investigación. La Figura 2 presenta la altura significativa y el período de las olas (sea) para todo el hemisferio sur, con una proyección centrada en el Polo Sur. Este análisis a escala hemisférica revela las tendencias y patrones globales de las olas, destacando tanto las variaciones regionales como los efectos de las condiciones meteorológicas globales. Los patrones ondulatorios en la atmósfera, como el pasaje de sistemas de baja presión, tienen una influencia directa en la generación de olas y su propagación. Las áreas con bajas presiones suelen estar asociadas con condiciones meteorológicas que pueden generar olas más grandes, afectando así el estado del mar en el hemisferio sur. Este enfoque integrado permite una mejor comprensión de cómo las condiciones atmosféricas globales impactan las olas oceánicas. En la Figura 3, se ilustran dos productos importantes para el Río de la Plata: la modificación del nivel del agua exclusivamente por efecto meteorológico y la altura del nivel del agua considerando tanto el efecto meteorológico como la marea astronómica. Esta figura demuestra cómo estos factores afectan el nivel del agua en esta región costera crítica. Por último, la Figura 4 presenta la modificación del nivel del agua solo por efecto meteorológico para toda la plataforma continental argentina, así como la altura del agua considerando tanto el efecto de marea como el meteorológico para la zona de la costa atlántica. Estos datos permiten evaluar el impacto combinado de ambos factores sobre el nivel del agua, ofreciendo una visión integral de las condiciones oceánicas en la plataforma continental.

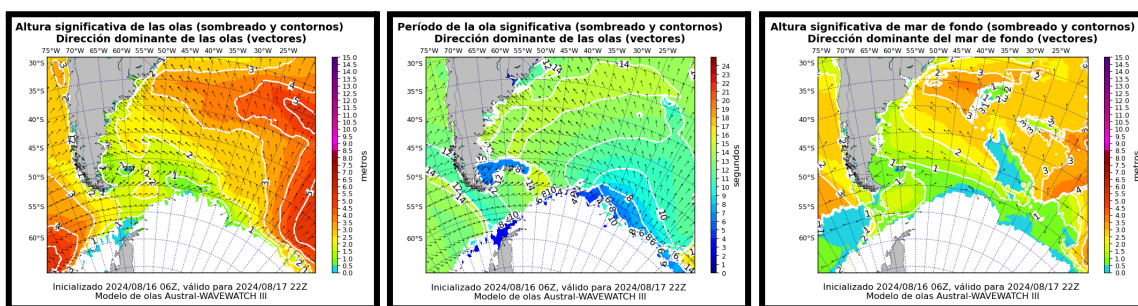


Fig 1. Altura significativa de olas, mar de fondo y período. Región Atlántico Sur

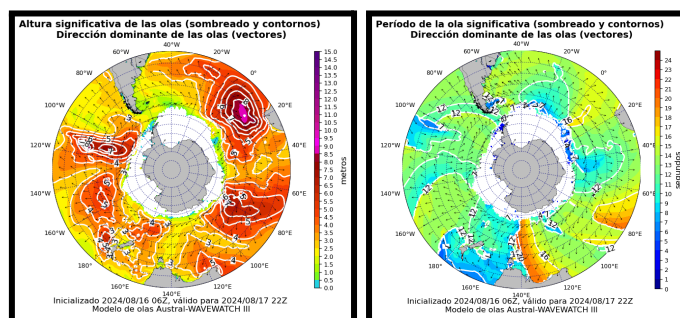


Fig 2. Altura significativa de olas y período. Región Hemisferio Sur

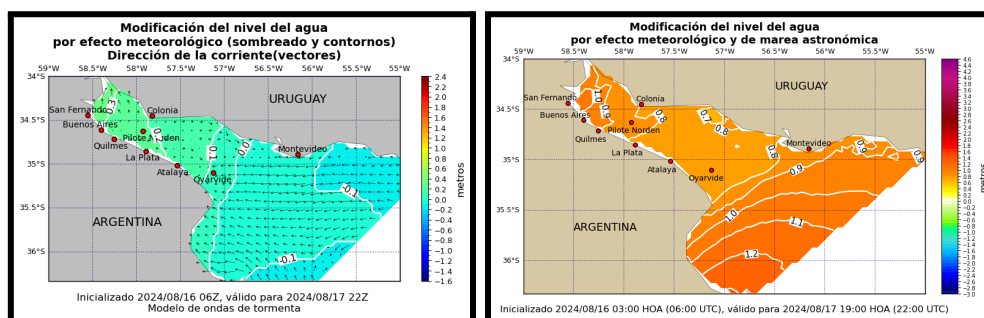


Fig 3. Modificación del nivel del agua por efecto meteorológico y por meteorológico y astronómico. Región Río de la Plata

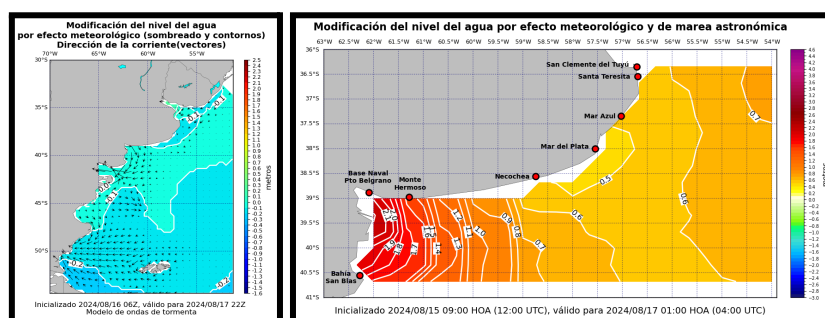


Fig 4. Modificación del nivel del agua por efecto meteorológico y por meteorológico y astronómico. Región plataforma continental argentina y costa bonaerense

3. CONCLUSIONES

El modelo hidrodinámico WaveWatch III versión Austral, que integra el modelo de ondas de tormenta, marea astronómica y olas, ha demostrado ser una herramienta eficaz y esencial en el Departamento Meteorología del Servicio de Hidrografía Naval. Su implementación permite generar predicciones precisas de la altura y el período de olas, así como de la altura total del agua, lo que resulta crucial para la seguridad náutica. La representación de las ondas de tormenta utiliza el campo de presión y vientos del NCEP como forzante, lo que mejora la precisión de los pronósticos. Este modelo facilita una visión integral de las condiciones marítimas, mejorando la capacidad de previsión y respuesta ante eventos oceanográficos. Los productos operativos generados son de gran utilidad para los navegantes y contribuyen significativamente a la gestión de emergencias y la planificación marítima en la región. La accesibilidad a través del sitio web del Servicio de Hidrografía Naval asegura que la información esté disponible para la toma de decisiones estratégicas en tiempo real.

REFERENCIAS

- Ahrens, C. D. (2015). Meteorology today: an introduction to weather, climate, and the environment. Cengage Learning Canada Inc.
- Cartwright, D. E. (1985). Tidal prediction and modern time scales. The International Hydrographic Review, 62(1).
- Pugh, D. T. (1987). Tides, Surges and Mean Sea-Level. John Wiley & Sons Ltd.
- Pugh, D.T, y Woodworth, P. (2014). Sea-level science: Understanding tides, surges, tsunamis and mean sea-level changes. Cambridge University Press.
- Schureman, P., (1988). Manual of Harmonic Analysis and Prediction of Tides. U.S Department of Commerce, Coast and Geodetic Survey. Special Publication No.98.
- Tolman, H. L. (2009). User manual and system documentation of WAVEWATCH III TM version 3.14. *Technical note, MMAB contribution*, 276(220).