

CLIMA DE OLEAJE EN AGUAS PROFUNDAS Y COSTERAS: MODELOS NUMÉRICOS

BENTOS – Servicios y Equipos Marinos Ltda.



Avda. Suecia 3005, Ñuñoa, Santiago
Teléfono: (56 2) 296 373 60
Fax: (56 2) 296 373 77
E-mail: info@bentos.cl

1.0 ASPECTOS GENERALES

El clima oceánico, y particularmente el viento, son un fenómeno dinámico que presenta variaciones cíclicas de corto periodo (diarias, semanales), variaciones estacionales y de largo periodo (i.e. ENSO). Considerando que el viento es el principal agente generador de olas, el clima de oleaje variará de acuerdo a este patrón. Dada la incidencia del clima de oleaje en los costos de operación y construcción de obras marítimas, resulta importante diseñar estas obras considerando la variación temporal de este fenómeno en una escala oceánica y local.

En este contexto, el método tradicional para reunir datos históricos de olas, ha consistido en realizar predicciones de olas basándose en información histórica de viento (cartas sinópticas de superficie o estaciones meteorológicas), por un período no inferior a 20 años (SHOA, Pub.Nº3201, 2005). A partir de esta información, se escogen los valores extremos más desfavorables de cada año, y luego los resultados se extrapolan a distintos períodos de retorno.

Este procedimiento conocido como *Hindcasting* (i.e. Método SMB, Sverdrup, Munk y Brestchneider), corresponde a una predicción estadística de olas de largo plazo. La intensidad del viento, duración del evento y extensión del área afectada, forman parte de las variables a considerar en la predicción, las que tienen asociadas una altura y período de ola propio para cada condición en particular. Posteriormente, mediante técnicas de refracción y difracción, se evalúan las condiciones de oleaje en el punto de interés.

No obstante lo anterior, este método de predicción debe ser calibrado, esto es, los valores pronosticados por el *Hindcasting* deben ser contrastados con mediciones simultáneas de olas *in situ*. De esta manera, los valores pronosticados pueden corregirse según el grado de correlación obtenido en el estudio de calibración.

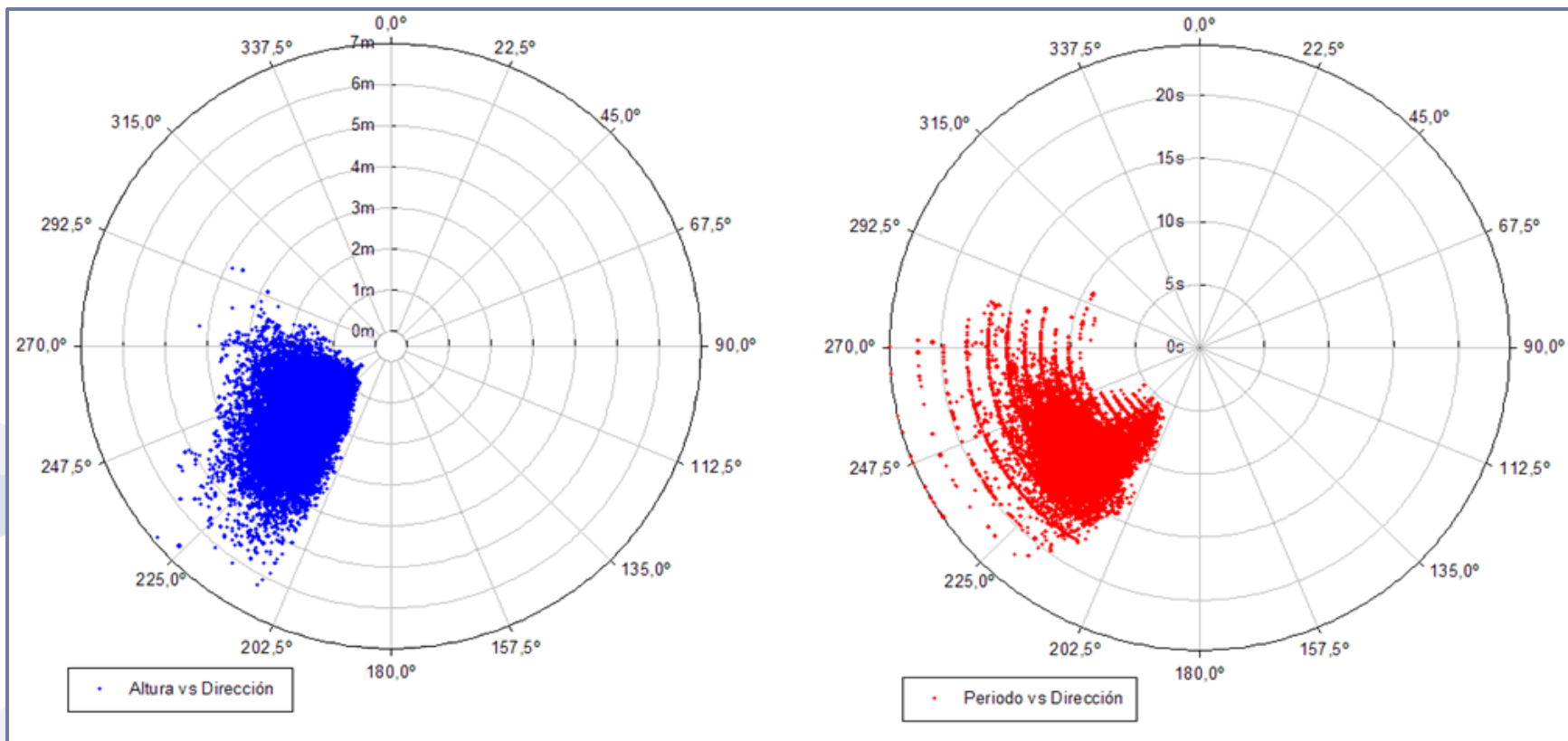
Hoy en día, junto al desarrollo tecnológico, se ha implementado una serie de modelos numéricos para la estimación de olas en aguas profundas y costeras. Esta nueva metodología resulta comparativamente más adecuada que el *Hindcasting*, sobre todo si se considera las limitaciones de carácter técnico de los datos de entrada para este último método. Al respecto, debe tenerse presente que las cartas sinópticas de superficie reflejan condiciones atmosféricas de tipo general y las estaciones meteorológicas, gubernamentales o privadas, no siempre se encuentran ubicadas en áreas y sectores representativos del estudio a realizar. Además, éstas en el pasado fueron de carácter semi-automático, no siempre contándose con una base de datos lo suficientemente extensa y continua. De aquí, que resulte apropiado considerar esta nueva herramienta en los estudios oceanográficos a desarrollar a lo largo de la costa de Chile.

2.0 MODELO DE CLIMA DE OLAJE OPERACIONAL Y DE DISEÑO

2.1 Fuentes de Información

Entre las fuentes principales de información del clima de oleaje en aguas profundas y costeras se destacan la base de datos global (parámetros estadísticos/espectros direccionales) generada por el modelo de olas del Centro de Predicción Europeo a Medio Plazo (ECMWF), el cual a su vez sirve de entrada para el modelo costero *World Waves* de FUGRO OCEANOR, así como las mediciones de olas realizadas por los satélites altimétricos *GEOSAT* y *TOPEX*. Al respecto, los datos satelitales son utilizados para validar y subsecuentemente corregir los resultados del modelo *World Waves*. Los parámetros de resumen entregados por el modelo *World Waves* incluyen tanto parámetros de oleaje como de viento, en particular:

Abreviatura	Parámetro
Hm0 - Hs	Altura de Ola Significativa (m)
Tm-10	Período medio (s)
MDir	Dirección media del oleaje
HmOw	Altura significativa del oleaje local (<i>Sea</i>)
Tm-10w	Período medio del oleaje local (<i>Sea</i>)
HmOs	Altura significativa para el <i>Swell</i>
Tm-10s	Período medio para el <i>Swell</i>
WindDir	Dirección de viento (también dirección del <i>Sea</i>)
WindSp	Velocidad del Viento (m/s)



Incidencia de alturas y periodos en aguas costeras chilenas (Fuente: modelo *World Waves, FUGRO OCEANOR*)

2.2 Propagación

El clima de oleaje en el área de interés se obtiene mediante transferencia espectral. Empleando una metodología de propagación donde, mediante un modelo numérico (STWAVE 3.0) se transfieren espectros de oleaje, con el objetivo de obtener los coeficientes de altura y de variación direccional, para luego aplicarlos a los estados de mar reales de oleaje en aguas profundas y con esto obtener la estadística de oleaje en el sitio de estudio. Para la correcta propagación hacia el área de interés es vital contar con información batimétrica precisa y actualizada del área de estudio.

BENTOS ha confeccionado una serie de rutinas de procesamiento en lenguaje Matlab especialmente diseñadas para propagar el oleaje desde aguas profundas a aguas someras, utilizando los coeficientes de altura y coeficientes de dirección obtenidos por el modelo numérico (STWAVE 3.0), así como también para confeccionar las estadísticas de caracterización del oleaje (tablas de incidencia) en los puntos seleccionados.

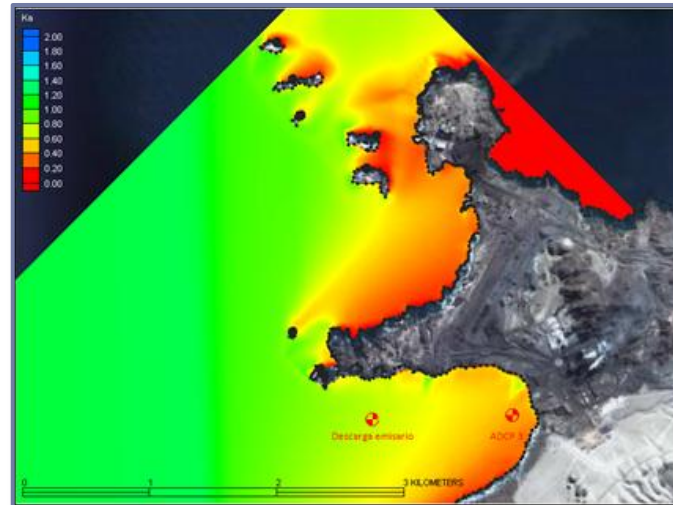


Imagen de espectros propagados, mediante software STWAVE, y ubicación de puntos de control.

2.3 Resultados

a) Tablas de Distribución Conjunta de Olas

Los resultados del modelo son presentados de manera tabular, por medio de tablas de distribución conjunta de olas direccionales:

- Altura significativa y período medio;
- Altura significativa y período del *peak* espectral;
- Altura significativa y dirección del *peak* espectral;
- Altura y dirección del *swell*;
- Altura y dirección del *sea*,

b) Estimación de valores extremos

Para la estimación de valores de altura de ola significativa extrema de H_{m0} , se emplea la distribución *Weibull* o *Gumbel* según corresponda. Así también, se estiman valores extremos mediante extrapolación de la distribución para períodos de retorno de 5, 10, 25, 50 y 100 años.

2.4 Validación

En cuanto a la validación del modelo de oleaje, los resultados de la transferencia de los espectros direccionales hacia el sitio de interés son comparados con mediciones de olas realizadas *in situ* durante un período mínimo de 30 días efectivos por campaña, verano e invierno, de acuerdo a lo indicado en la Publicación 3201 del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA).

3.0 REFERENCIAS

- Allender, J., T. Audunson, S.F. Barstow, S. Bjerken, H.E. Krogstad, P. Steinbakke, L. Vartdal, L. Borgman & C. Graham. 1989.** The WADIC Project: A Comprehensive Field Evaluation of Directional Wave Instrumentation. *Ocean Engineering*, 161: 505-536.
- Barstow, S.F. 1993.** Validation of the GEOSAT Altimeter Exact Repeat Mission Wind and Wave Products. OCEANOR Rep. No.OCN R-93087.
- Barstow, S.F. 1995.** Validation of the Topex/Poseidon altimeter measurements of significant wave height and wind speed. OCEANOR Rep. No.OCN R-95053.
- Krogstad, H.E. & S.F. Barstow. 1999.** Satellite Wave Measurements in Coastal Engineering Applications. *Coastal Engineering*, 37: 283-307.
- Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile. 2005.** Instrucciones Oceanográficas N°1: Especificaciones Técnicas para Mediciones y Análisis Oceanográficos. Pub. SHOA N° 3201.
- McKee Smith, J., A.R. Sherlock & D.T. Resio. 2001.** Steady-State Spectral Wave Model User's Manual for STWAVE, Version 3.0.