

Actualización del clima marítimo y simulación de propagación del oleaje de diseño para el Puerto Caleta La Misión, Tierra del Fuego, Atlántico Sur, Arg.

Rodríguez, A.¹, Hillman, G.¹, Pagot, M.¹, Vionnet, C.², Sierra, J.P.³ y Corral, M.¹

¹ Inst. Sup. De Rec. Hídricos y Lab. Hca., Universidad Nacional de Córdoba, Argentina

² FICH, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fé, Argentina

³ Laboratorio de Ingeniería Marítima, UPC, Barcelona, España.

Dirección: Av. Hipólito Irigoyen 162, CP: 5000. Córdoba, Argentina. Teléfono (Fax):

54 351 433-4446. E-mail: arodrig@com.uncor.edu

Resumen

Este trabajo presenta un análisis de la actualización del clima marítimo y la simulación numérica de la propagación del oleaje para el Puerto Caleta La Misión ubicado 12 Km al N de Río Grande en la costa atlántica de Tierra del Fuego, Argentina.

Se trata del proyecto de una obra de ingeniería de vital importancia para el desarrollo de la Isla de Tierra del Fuego, la cual debe ser diseñada para uno de los más severos y rigurosos ambientes del planeta, por sus inclemencias marinas y climáticas, con amplitudes de marea máxima cercanos a los 10 m y vientos del O superiores a los 100 Km/h. El anteproyecto original, elaborado a mediados de los años 90, contempló olas de diseño de 7 m de altura significante⁵.

Posteriormente la disponibilidad de nuevas mediciones y estimaciones de clima de olas de la Armada Argentina y de UKMO permitieron ajustar este parámetro crítico a valores cercanos a los 10 m de altura de ola en aguas profundas, con mayores precisiones también para las direcciones y períodos espectrales¹.

En el estudio en curso se combinan distintos tipos de modelos de oleaje complementarios disponibles, considerando sus ventajas específicas. Para propagación se emplean dos modelos, uno estacionario de propagación espectral STWAVE (McKee Smith et al., 2001) y el clásico de refracción-difracción tipo Berkoff linealizado (Vionnet, 1987). Para agitación interior en el recinto portuario se comparan los resultados del modelo lineal anterior, con uno no lineal tipo Boussinesq¹⁰.

INTRODUCCION

El sitio Caleta La Misión está localizado en la costa Atlántica de la isla de Tierra del Fuego, a 12 Km al NO de la ciudad de Río Grande, a 1,5 Km al Sur del Cabo Domingo, y a unos 3 Km de la Misión Salesiana que le da su nombre. En esta zona las restingas que bordean la costa presentan una discontinuidad que posibilita una cala natural levemente cóncava, con un ancho de boca de aproximadamente 300 m y profundidades medias de 6 m a 1 Km de la costa. Las coordenadas geográficas correspondientes son 53°42' de Latitud Sur y 67°50' de Longitud Oeste; y su localización se presenta en la Figura 1.



Figura 1. Ubicación esquemática de Caleta La Misión.

El anteproyecto original contempló una localización del puerto sobre la costa de Caleta La Misión (puerto “on shore”) siendo estudiado por equipos nacionales a nivel de sus escolleras, agitación interior y dinámica sedimentaria ^(5,6), sin embargo diversas causas llevaron a estudiar una variante exterior y a iniciar las obras con alturas de ola de diseño menores a las iniciales (puerto “off shore”), para los cuales se recontrataron diversas firmas extranjeras ^{1,2}.

Dicha variante exterior a su vez fue posteriormente analizada en su factibilidad técnico-económica por el equipo coautor del presente trabajo UNC / UNL / UPC (UNC 2004), recomendándose claramente volver a la variante “on shore”. La situación al presente es que debe actualizarse el anteproyecto original, al nuevo clima marítimo más exigente en lo relativo al oleaje de diseño.

METODOLOGIA

Como el oleaje resulta clave en el diseño portuario (e.g. la altura de oleaje incide cúbicamente en el peso de los elementos de protección o coraza en los diques de abrigo⁴) se debe estudiar el mismo y simular su propagación desde aguas profundas hasta las estructuras, con modelos numéricos adecuados que permitan contemplar entre otras características, las singularidades topobatimétricas de Caleta La Misión con sus dos “restingas” sumergidas.

La metodología adoptada para el análisis del oleaje consistió primero en evaluar las distintas fuentes disponibles de datos de oleaje, al igual que el análisis de los antecedentes disponibles de climas de olas realizados por diversos autores para el mencionado proyecto portuario. Luego se relevaron los datos topográficos disponibles y se definieron los dominios de cálculo para efectuar la propagación del oleaje según distintas direcciones.

Se definieron distintas condiciones de contorno de aguas adentro, considerando distintas

direcciones de oleaje, alturas de olas significante (H_s) y período de pico (T_p).

Los resultados obtenidos, permiten obtener el valor de la altura de ola en cualquier punto de la malla o el dominio de cálculo, siendo de particular interés, en los sectores de entrada a la restinga, en los sectores de enrocado o ubicación de las defensas y en el interior del puerto o zona de maniobras.

Para realizar las modelaciones de propagación de oleaje desde aguas profundas hacia aguas someras, se utilizaron dos modelos:

- STWAVE⁹. Modelo estacionario de propagación espectral.
- DIFRAC de refracción-difracción tipo Berkoff linealizado¹². Mientras que para el análisis de agitación interior en el recinto portuario, se utiliza el modelo anterior y otro no lineal tipo Boussinesq¹⁰.

Los resultados obtenidos serán utilizados luego para el diseño de las estructuras de defensa.

DATOS DISPONIBLES

En la definición del clima de olas, se consultaron distintas fuentes de información y estudios previos, los cuales permitieron caracterizar en aguas profundas, alturas de ola significante H_s y período de pico T_p , para distintas recurrencias.

Los datos básicos utilizados corresponden a:

- Proyecto de una defensa costera en la ciudad de Río Grande⁵
- Caleta “La Misión” – Estudios para el diseño final del proyecto del Nuevo Puerto³.

Luego de analizar la información disponible se observó que el estudio y definición del clima de olas desarrollado por DANPORT (2002), consideraba mayor información básica como datos de vientos y oleaje generados por “hindcast”, incluyendo además datos observados en dos olígrafos, uno instalado en aguas profundas y otro en la zona cercana a la costa.

Los valores aconsejados por DANPORT (2002) para distintas recurrencias resultaron:

Tabla 1. Valores recomendados por DANPORT. Dirección NE, $T_p=15$ s.

Tr [años]	H_s [m]
25	7.87
50	8.47
100	9.08

Estos valores corresponden a la dirección NE, más frecuente, con un período de $T_p=15$ seg. En cuanto a los niveles de marea, se adoptaron mareas astronómicas máximas quedando comprendidos los valores de referencia en un rango entre 9,75 y 8,70 msnm.

Espectros de oleaje

En el espectro de ondas bidimensional se especifica la densidad de energía como una distribución de frecuencia y dirección. La entrada del espectro se aplica a lo largo de todo el contorno offshore de la grilla del modelo, donde se puede considerar que el espectro es suficientemente homogéneo.

El espectro de onda incidente se puede definir utilizando espectros bidimensionales medidos o también a través de la utilización de formas paramétricas o bien desde espectros calculados por modelos de escala global (o regional) de oleaje. A los espectros paramétricos se les suma una función de dispersión de dirección y pueden ser definidos a partir de datos de altura de ola, período y dirección.

APLICACIÓN DE MODELOS

STWave

STWave (Steady-State Spectral Wave Model), es un modelo de propagación de ondas gravitatorias generadas por viento (u oleaje) de tipo irregular (distribución espectral de altura, período y dirección) que resuelve las ecuaciones de balance de la acción del oleaje en forma estacionaria (permanente), por Diferencias Finitas. El modelo fue desarrollado por el “Coastal and Hydraulics Laboratory, U.S. Army Engineer Research and Development Center” del U.S. Army Corps of Engineers⁹.

Es un modelo para la propagación y crecimiento de ondas de viento en la zona cercana a la costa (*nearshore*), que calcula también las tensiones de radiación para la posterior simulación de corrientes y variaciones de nivel medio inducidos por oleaje.

Capacidades del modelo

El propósito de aplicar este tipo de modelos es calcular los cambios en los parámetros del oleaje (altura, dirección y forma espectral) entre aguas profundas (“*offshore*”) y la zona costera (antes de la rotura del oleaje).

STWave simula refracción de ondas inducidas por la profundidad, corrientes y bajío o “*shoaling*”, rotura del oleaje por la profundidad, difracción, crecimiento de olas por viento e interacción onda-onda.

Un espectro de oleaje es una representación estadística del campo de ondas. Conceptualmente, un espectro es una superposición de ondas monocromáticas y describe la distribución de ondas de energía como función de la frecuencia (espectro 1D) o como función de la frecuencia y dirección (espectro 2D). STWave asume que las fases relativas de los componentes del espectro del oleaje son aleatorios por lo cual la información de la fase no se traslada (modelo de fase promediada).

Hipótesis del modelo

Las hipótesis asumidas por el modelo son:

- Pendiente suave y reflexión de olas despreciable. La energía de las olas puede propagarse solo de offshore a nearshore (tipo *Mild Slope equation*).

- Condiciones de oleaje offshore espacialmente homogéneas. La variación del espectro de olas en el límite offshore es raramente conocida. Por esto el espectro de entrada es constante a lo largo de esta condición de borde.

- Oleaje, viento y corrientes en estado permanente. STWave está formulado como un modelo en estado permanente. Esto reduce el tiempo computacional y es apropiado para condiciones de oleaje que varían muy poco. Para la generación del oleaje, la hipótesis de estado permanente permite que la condición del viento sea tal que pueda generar condiciones de flujo y oleaje totalmente desarrollado

- Los procesos de refracción y shoaling se consideran lineales, por lo que el modelo no representa olas asimétricas.

- Corrientes uniformes a lo largo de la columna de agua. Considera los gradientes verticales constantes, por lo que el modelo no representa la refracción ni el shoaling en la dirección vertical.

- La fricción en el fondo es despreciable, como las distancias de propagación son cortas, la disipación por fricción con el fondo en la capa límite oscilatoria es pequeña, por eso se la puede despreciar.

Rodríguez, A.1, Hillman, G.1, Pagot, M.1, Vionnet, C.2, Sierra, J.P.3 y Corral, M.1

- Considera la tensión de radiación lineal, puesto que se calcula basado en la teoría lineal de olas (tipo Airy).

Ecuaciones de gobierno

La relación de dispersión de oleaje, en un sistema móvil de referencia, se considera de acuerdo a Jonsson (1990):

$$\omega_r^2 = gk \tanh kd \quad (1)$$

donde

ω = frecuencia angular

g = aceleración de la gravedad

k = número de la ola

d = profundidad de agua

En un sistema de referencia absoluta, la ecuación de dispersión es:

$$\omega_a = \omega_r + hU \cos(\delta - \alpha) \quad (2)$$

donde

U = velocidad de la corriente

δ = dirección de la corriente relativa al eje de referencia

α = dirección ortogonal al oleaje

El número de onda se resuelve, iterativamente, substituyendo la ecuación 1 en la 2. Para el cálculo de la refracción y el shoaling, también se necesitan las celeridades de olas, C y celeridades de grupo C_g .

$$C_r = \frac{\omega_r}{k} \quad (3)$$

$$C_{gr} = 0.5C_r \left(1 + \frac{2kd}{\sinh 2kd} \right) \quad (4)$$

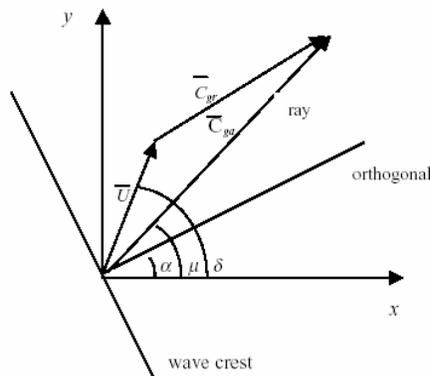


Figura 2. Esquema de definición de vectores de onda y corrientes

La dirección de C_r y C_{gr} es α , dirección perpendicular al oleaje. En un sistema de referencia absoluto,

$$C_a = C_r + U \cos(\delta - \alpha) \quad (5)$$

$$(C_{ga})_i = (C_{gr})_i + (U)_i \quad (6)$$

Donde el subíndice i indica la notación del tensor para las componentes x e y . La dirección de la celeridad absoluta es también ortogonal a la dirección del oleaje. La celeridad absoluta de grupo define la dirección de los rayos de oleaje, siendo la dirección de estos:

$$\mu = \tan^{-1} \left(\frac{C_{gr} \sin \alpha + U \sin \delta}{C_{gr} \cos \alpha + U \cos \delta} \right) \quad (7)$$

La diferencia entre la dirección ortogonal al oleaje (dirección perpendicular a la cresta de la onda) y el rayo de oleaje (dirección de la propagación de energía) es importante en la descripción de la interacción corriente-oleaje. Sin corrientes, los rayos son perpendiculares al frente del oleaje, mientras que con corrientes, la energía se propaga a lo largo de los rayos, y la dirección de oleaje se define por los rayos ortogonales a las líneas de crestas.

La dirección ortogonal del oleaje para condiciones de estado permanente está dado por (Mei 1989, Jonsson 1990):

$$C_{ga} \frac{D\alpha}{DR} = - \frac{C_r k}{\sinh 2kd} \frac{D_d}{D_n} - \frac{k_i}{k} \frac{DU_i}{Dn} \quad (8)$$

Donde:

D = derivada

R = coordenada en la dirección de los rayos del oleaje

n = coordenada normal a la dirección perpendicular del oleaje.

En las ecuaciones de gobierno para el estado permanente de conservación de la acción del espectro a lo largo de los rayos de onda está dado por (Jonsson, 1990):

$$(C_{ga})_i \frac{\partial}{\partial x_i} \frac{C_a C_{ga} \cos(\mu - \alpha) E(\omega_a, \alpha)}{\omega_r} = - \sum \frac{S}{\omega_r} \quad (9)$$

Donde

E = densidad de energía de oleaje dividido por $(\rho_w g)$, donde ρ_w es la densidad del agua.

S = fuente de energía y términos de sumidero.

Refracción y Shoaling

Refracción y *shoaling* se implementan en STWave mediante la aplicación de la conservación de la acción del oleaje hacia atrás de los rayos de onda trazados. Los rayos se trazan de una manera definida, de una columna a otra. El espectro bidimensional del oleaje se define como entrada a lo largo de la primera columna de la grilla (el contorno offshore). Para un punto en la segunda columna, el espectro se calcula trasladando un rayo por cada frecuencia y dirección de cada componente del espectro. La dirección del rayo, μ , se determina por la ecuación 7. Solo se incluyen direcciones de rayos propagados hacia la costa ($-87,5^\circ$ a $+87,5^\circ$). La energía propagada hacia el *off-shore* se desprecia.

Los rayos de ondas se trazan hacia atrás a la columna previa, calculándose la longitud del segmento de rayo DR . Las derivadas de la profundidad y de las componentes de corrientes normales a la dirección perpendicular de la onda son estimadas y sustituidas en la ecuación 4-8 para calcular la dirección perpendicular al oleaje en la columna 1. Luego se calcula en la columna previa, el número de onda, celeridades de onda y de grupo, y ángulos de rayos de oleaje. La energía se calcula como un promedio ponderado de la energía entre los dos puntos adyacentes de la grilla, respetando la columna y dirección de la celda. La densidad de energía se corrige por un factor que es la relación entre una banda de ancho estándar de 5° y el ancho de una banda trazada hacia atrás para considerar el incremento de ángulos diferentes en el trazado hacia atrás de los rayos. La energía transformada y refractada en la columna 2 se calcula luego desde la conservación de la acción del oleaje a lo largo de un rayo (Ecuación 9).

Difracción

La difracción se incluye en STWave en una manera simple a través del suavizado de la energía de onda. El modelo suaviza la energía de una banda de frecuencia y dirección dada usando la siguiente forma⁹:

$$E_j(\omega_a, \alpha) = 0.55 \cdot E_j(\omega_a, \alpha) + 0.225 [E_{j+1}(\omega_a, \alpha) + E_{j-1}(\omega_a, \alpha)] \quad (10)$$

Donde: E es la densidad de energía en una frecuencia y dirección dada, y el subíndice j indica la posición de la fila en la grilla (posición a lo largo de la costa). La ecuación 10 provee el suavizado de grandes gradientes en las alturas de onda que ocurren en zonas de resguardo. Esta formulación es dependiente de la separación de la grilla.

APLICACIÓN DE STWAVE AL PROYECTO CALETA LA MISIÓN

La aplicación del modelo implicó la preparación previa de varios archivos de entrada necesarios para realizar una simulación:

- Batimetría,
 - espectro de ondas incidentes y
 - corrientes,
- entre los principales.

Batimetría

Los datos utilizados provinieron de relevamientos existentes de datos batimétricos en la zona de la Caleta (Figura 3) y de datos obtenidos de cartas náuticas (Figura 4). En la zona de la caleta se obtuvo mayor resolución, debido a los antecedentes del proyecto portuario como se explicó en el apartado correspondiente.

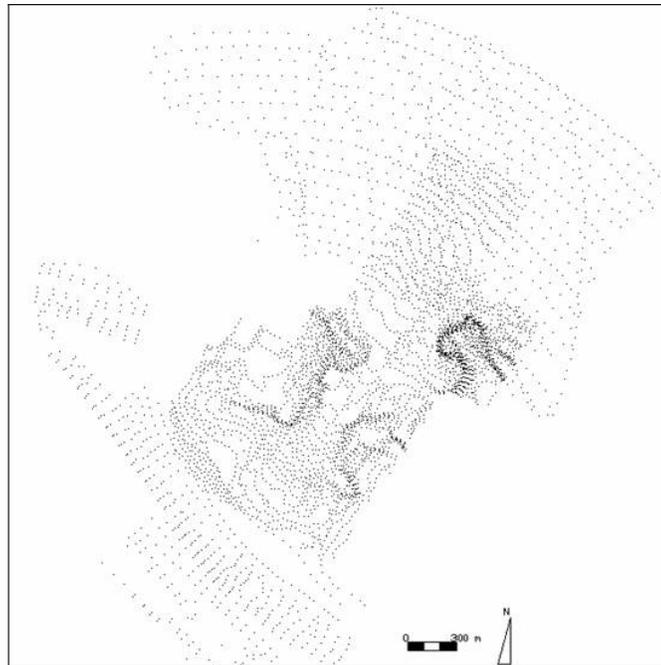


Figura 3. Batimetría de la zona de la Caleta

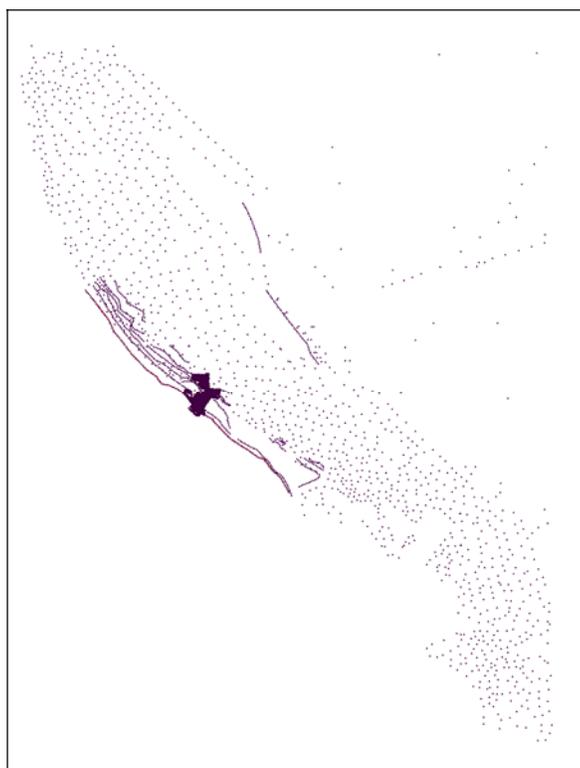


Figura 4. Batimetría de la zona exterior

Con el archivo de datos de profundidades, se definió un dominio de cálculo exterior que incluyó la mayor cantidad de puntos, respetando la consistencia entre el alejamiento de la costa con la disponibilidad de datos de oleaje de aguas adentro (“offshore”).

Luego de combinar los datos disponibles, se dimensionaron para cada escenario dos mallas de cálculo a los efectos de obtener mayor resolución en la zona de la caleta, compatible con la presencia de las estructuras portuarias propuestas. La malla de mayor resolución debió ser anidada a la otra, utilizando como condiciones de contorno los valores obtenidos de la malla de menor resolución. Las dimensiones resultantes de ambas mallas, para cada escenario, se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 2. Características del dominio de cálculo.

	Dir. N		Dir. NE		Dir. E	
	Exterior	Interior	Exterior	Interior	Exterior	Interior
Nº de Filas	108	291	125	325	119	332
Nº de Columnas	202	263	174	252	160	405
Cantidad de celdas	21816	76533	21043	84420	19040	134460
Dimensiones de celda (m)	150	15	150	15	200	15
Dimensiones del dominio (km)	16 x 30	4 x 4	19 x 26	5 x 4	24 x 32	5 x 6

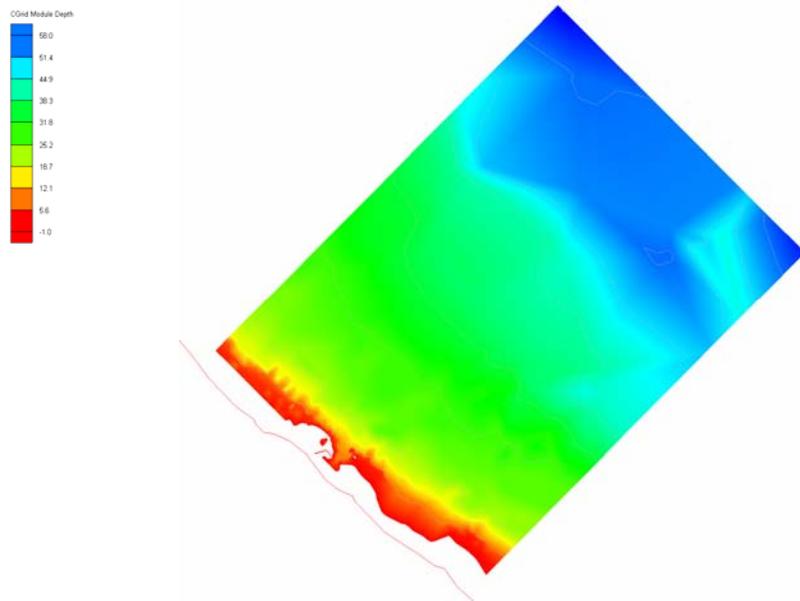


Figura 5. Batimetría utilizada para la modelación con STWave en la dirección NE

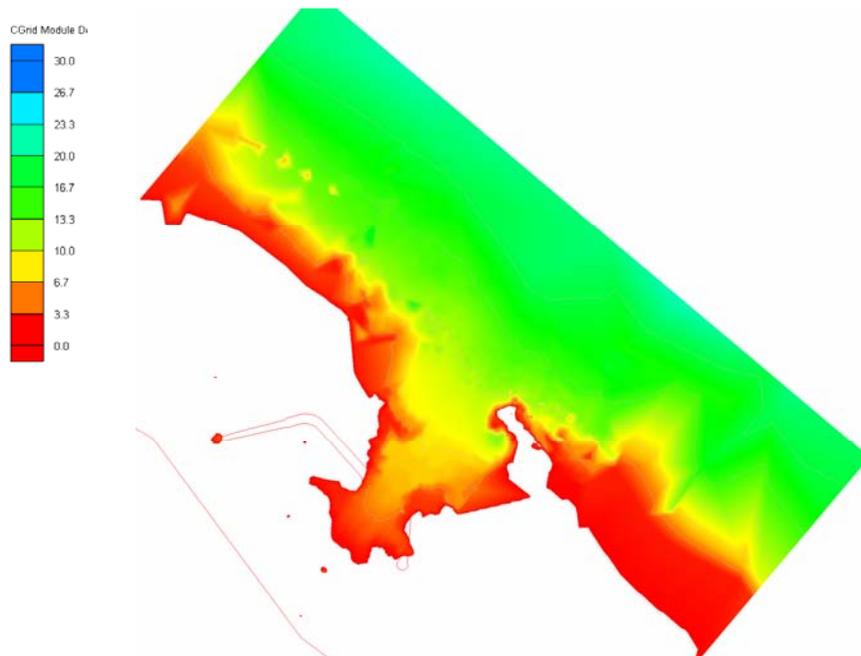


Figura 6. Detalle de batimetría en la zona del puerto.

Condiciones de contorno

Debido a las características de este modelo explícito, la condición de contorno, se definió en la última fila de la malla (de menor resolución) donde se introduce el espectro de ondas incidente, el cual se genera a partir de la combinación valores de H_s y T_p para aguas profundas según las distintas recurrencias. Complementario a esta condición de contorno, se define para todo el dominio, el nivel del mar o marea, pudiéndose incluir también datos de viento, como dirección e intensidad que en esta oportunidad no fueron considerados.

Las variables de dirección del oleaje, altura de ola significativa, período y nivel de marea, que se utilizaron para la generación de los espectros, responden a los antecedentes descriptos anteriormente y se presentan en la Tabla 3.

MECOM 2005 – VIII Congreso Argentino de Mecánica Computacional

Tabla 3. Escenarios de modelación. Nivel de Marea máxima 9.75 msnm

Dirección	Hs [m]	Período [s]	Fuente
N	6.0	12	INA, 2001 ⁵
NE	9.08	15	DANPORT, 2002 ³
E	6.6	12	INA, 2001 ⁵

A modo de ejemplo se presenta el espectro paramétrico aplicado en la simulación NE (Figura 7), el cual fue generado a partir de la formulación de Bretschneider (1953), la cuál utiliza como variables H_s , T_p , el ángulo de propagación (cero grados, puesto que se orienta la malla en la dirección de la propagación), el número de onda y la profundidad de generación del espectro.

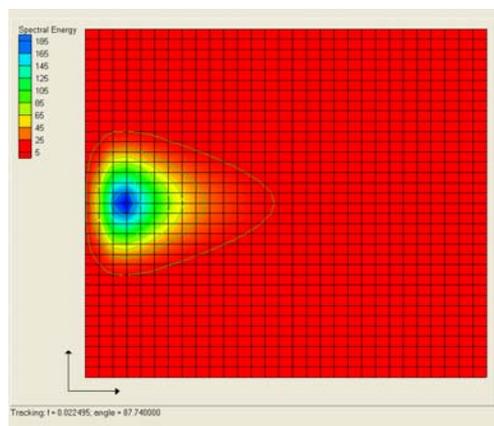


Figura 7. Espectro de oleaje de dirección NE. (Datos de Danport 2002)

Resultados

Los resultados obtenidos se presentan tanto para la malla exterior como para la interior, considerando además las tres direcciones del oleaje. Las Figuras 8, 11 y 13 permiten apreciar el decaimiento de la altura del oleaje.

Para el escenario más desfavorable (dirección NE), la altura de ola en la boca exterior de la caleta varía entre 3.80 m y 5.70 m en el eje del canal. Los valores resultantes para la escollera norte varían de 1.20 m a 3.8 m llegando a la boca, mientras que para la escollera sur son de 0.90 m a 5.5 m en la zona de la entrada a la caleta. Ver Figuras 9 y 10.

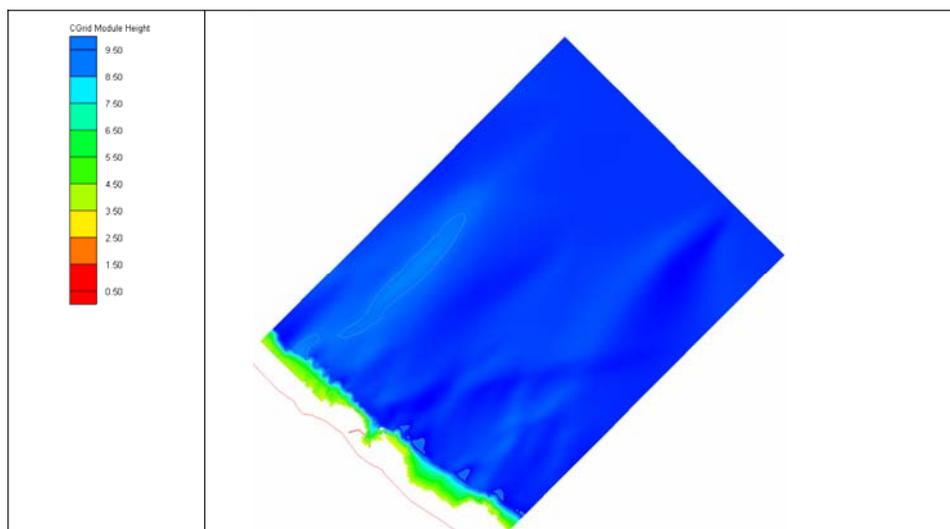


Figura 8. Resultados en la malla exterior para $H_s = 9.08$ m, dirección NE y nivel de marea: 9.75 msnm

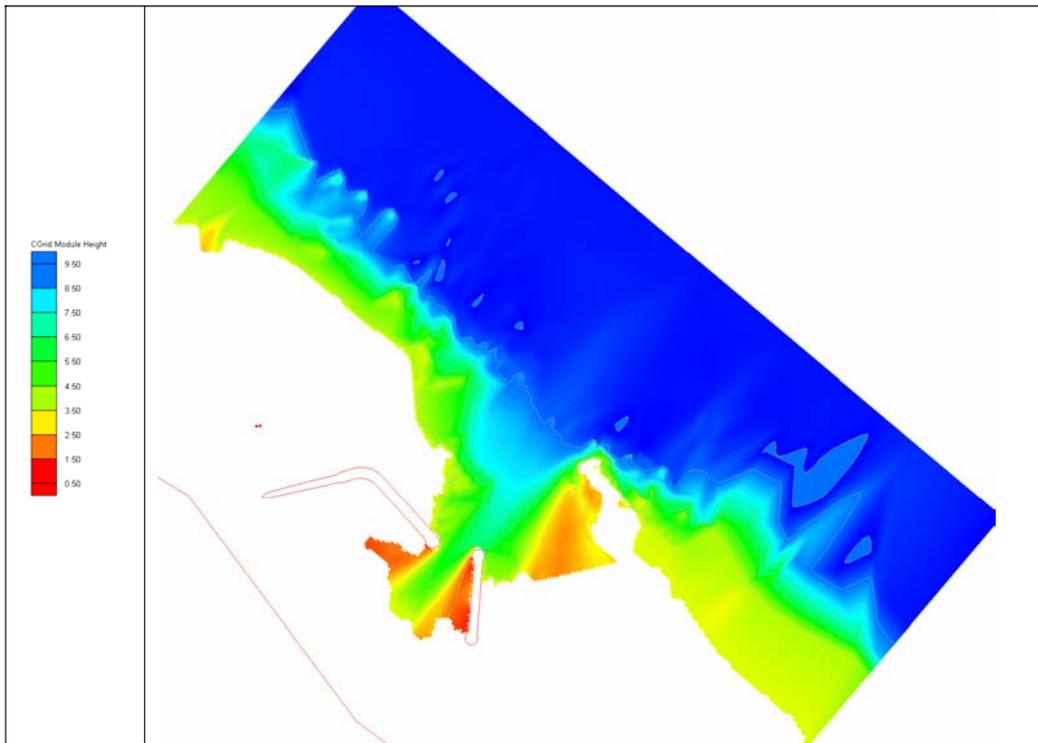


Figura 9. Resultados en la malla interior ($H_s = 9.08$ m, dirección NE y nivel de marea: 9.75 msnm)

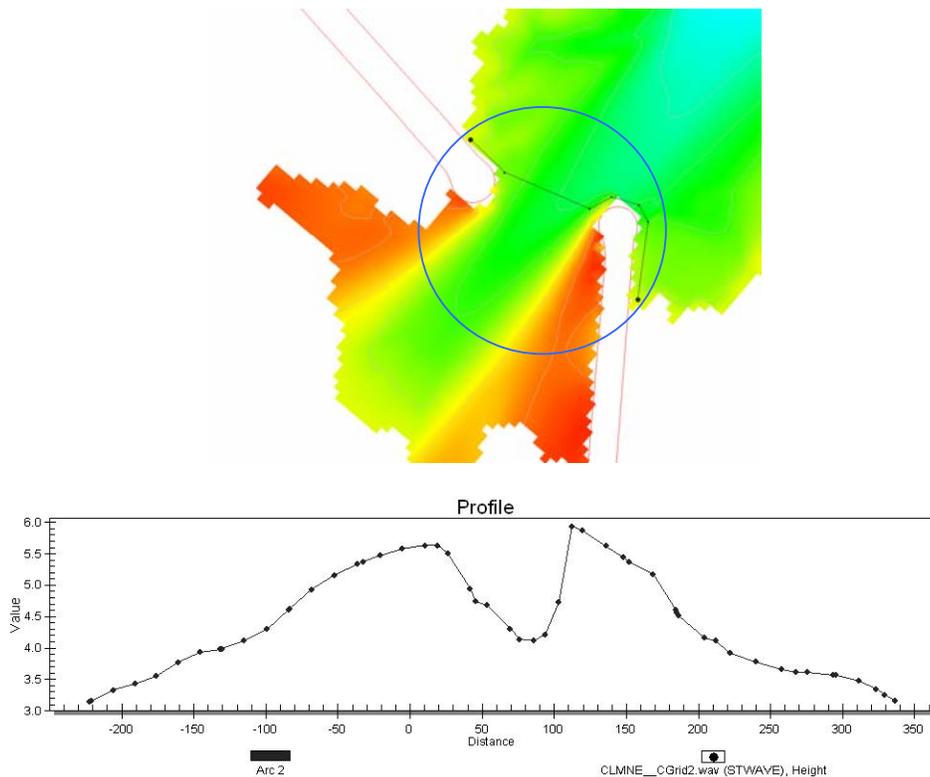


Figura 10. Resultados en la malla interior a lo largo de la boca de la caleta (Dirección del oleaje NE)

Para las otras dos direcciones se observa una menor influencia del oleaje, presentándose para la dirección N amplitudes de altura de ola similares a la dirección NE en la boca de la caleta. Para la dirección N la altura de ola promedio en los extremos de las escolleras es próximo a 4.10 m para el espigón norte y 3.30 para el espigón Sur, mientras que para la propagación de oleaje desde el E, se calcularon valores entre 2.20 m en el extremo de la

escollera norte y 1.80 en la escollera sur E.

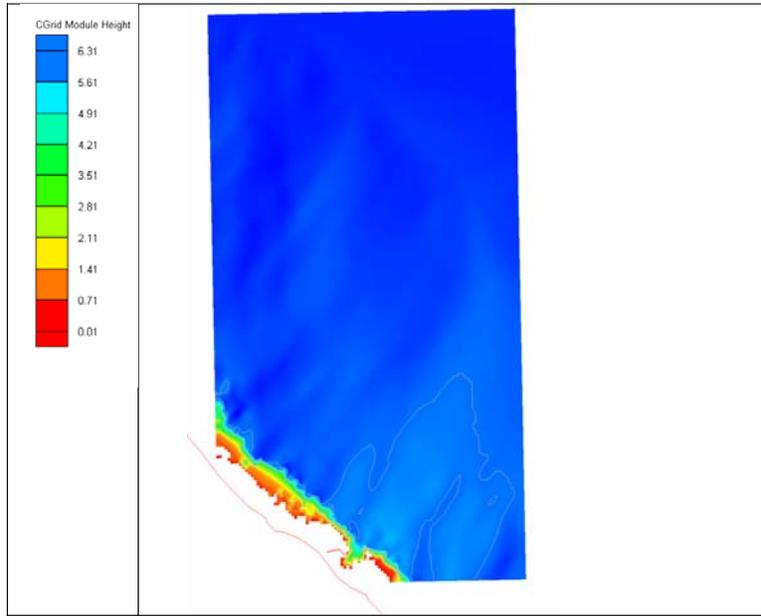


Figura 11. Resultados en la malla exterior para $H_s = 6.0$ m, dirección N y nivel de marea: 9.75 msnm

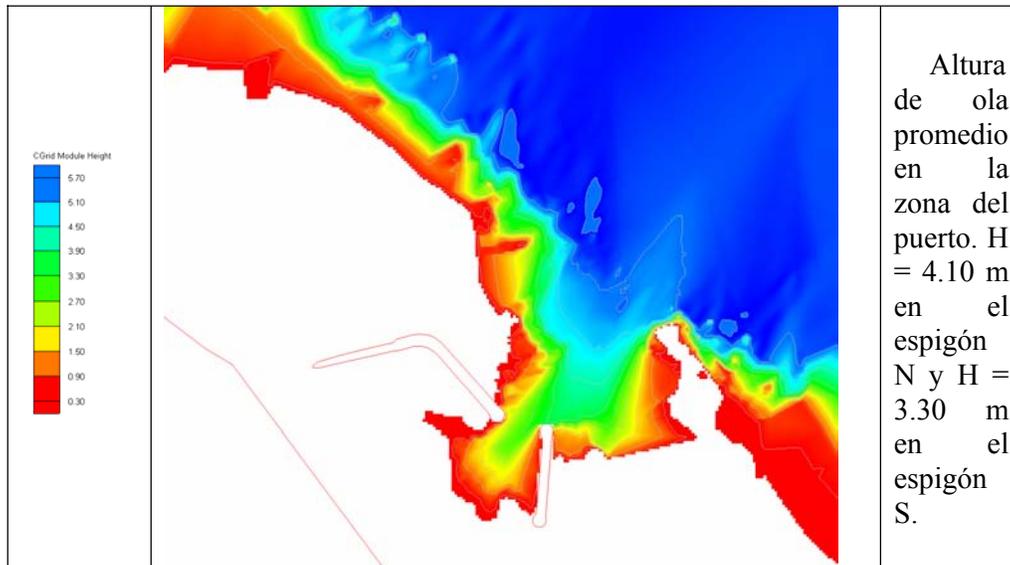


Figura 12. Resultados en la malla interior para $H_s = 6.0$ m, dirección N y nivel de marea: 9.75 msnm

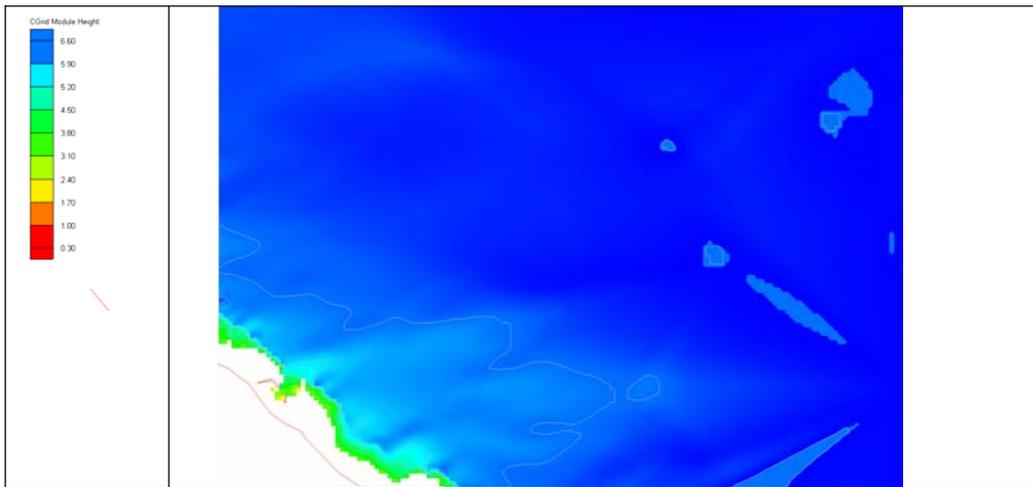


Figura 13. Resultados en la malla exterior para $H_s= 6.6$ m, dirección E y nivel de marea: 9.75 msnm

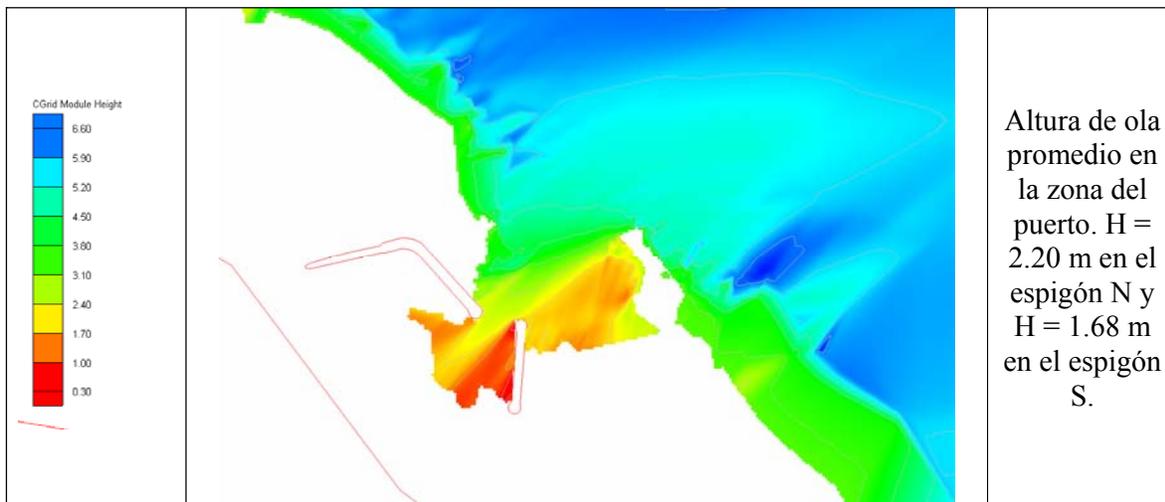


Figura 14. Resultados en la malla interior para $H_s= 6.6$ m, dirección E y nivel de marea: 9.75 msnm

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos por medio de STWave han permitido propagar el oleaje desde aguas profundas hasta la zona costera. Se simularon distintas direcciones, alturas de ola y períodos, anidando el mallado la zona próxima a la Caleta, con énfasis y detalle particularmente en el límite natural definido por el contorno interior de la restinga. Estos resultados resultan de propagar desde 35 km aguas adentro un espectro definido a partir de una condición de oleaje y período de diseño.

La anidación de la malla interior, permitió reducir el tamaño de celdas hasta un 10% del tamaño de la malla exterior, permitiendo lograr la definición suficiente para comprobar la sensibilidad de la difracción del oleaje dentro de la Caleta, ante distintas alternativas y diseños de los diques de protección.

La aplicación directa de los resultados, permitirá evaluar y optimizar las distintas configuraciones geométricas y estructurales las distintas configuraciones estructurales partiendo de los valores de altura de ola obtenidos a lo largo de todo el contorno sometido al oleaje. La aplicación de los modelos de agitación interior requiere partir de condiciones de contorno muy próximas a la zona de entrada al vaso portuario, las cuales son extraídas de las simulaciones realizadas con STWave.

REFERENCIAS:

- [1] Atria Baird, (1999): *Clima de olas. Proyecto portuario Caleta La Misión*, Canadá.
- [2] Atria Engineering Inc. (1997): *Proyecto portuario Caleta La Misión, Tierra del Fuego*, Canadá. K2E 8A3.
- [3] Danport (2002): Master plan reporting.
- [4] Hudson, R. (1959): *Laboratory Investigation of Rubble-Mound Breakwaters*, Journal of Waterways and Harbours Div., ASCE, Vol. 2, 1603-1622.
- [5] INA (2001): Proyecto de una defensa costera en la Ciudad de Río Grande, Informe LHA 198-01-01.
- [6] INCYTH(1995): *Dinámica de sedimentos en el área de Caleta La Misión(Tierra del Fuego)*, Inf.LHA 136-05-95.
- [7] INCYTH(1994): *Determinación del Régimen de Olas en el área de Caleta La Misión*, Inf. LHA 135-01-94.
- [8] INCYTH(1995): *Estudio de agitación para el proyecto portuario de Caleta La Misión*, Inf. LHA 135-02-95.
- [9] McKee Simth,J., Sherlok, A. and resio, D. (2001) *STWAVE Steady-state spectral wave model*, Repport ERDC/CHL SR-01-1, USACE.
- [10] Sierra, J.P. (1990) *Transferencia no lineal de registros de oleaje. Análisis hidrodinámico*. Tesis Doctoral, LIM, UPC, Bcna., España.
- [11] UNC (2004) *Informe Final de los estudios de Factibilidad del puerto de Río Grande – Caleta La Misión, Tierra del Fuego*, Noviembre, ISRH, 148 pgs.
- [12] Vionnet, C. (1987): *Difracción – Refracción combinadas en ondas de agua*. Laboratorio de Hidráulica Aplicada, Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídricas.