



Modelo de oleaje, corrientes y  
Evolución morfológica de una playa



MANUAL DEL USUARIO  
Mopla 3.0



Ministerio de Medio Ambiente  
Dirección General de Costas

Universidad de Cantabria UC

G.I.O.C.  
Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas





## MANUAL DEL USUARIO

### Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN .....	1.1
1.1 ¿Qué es el Mopla? .....	1.1
1.2 ¿Qué hace el Mopla? .....	1.1
1.3 Estructura global del Mopla .....	1.2
1.4 Usuario tipo y conocimientos requeridos .....	1.3
1.5 ¿Cómo instalar el programa Mopla? .....	1.4
1.6 ¿Cómo ejecutar el Mopla? .....	1.4

### Capítulo 2. ASPECTOS BÁSICOS DE ESTE MANUAL

2. ASPECTOS BÁSICOS DE ESTE MANUAL .....	2.1
2.1 Objetivos y alcance .....	2.1
2.2 Contenido .....	2.1
2.3 Convenciones que se siguen en el manual .....	2.2



### **Capítulo 3. RESTRICCIONES EN LA APLICACIÓN DEL Mopla**

3. RESTRICCIONES EN LA APLICACIÓN DEL Mopla .....	3.1
3.1 Conceptos generales del modelo.....	3.1
3.2 Interacción con otros modelos .....	3.1
3.3 Hipótesis y restricciones del Mopla.....	3.2

### **Capítulo 4. DESCRIPCIÓN DE LA INTERFAZ GRÁFICA DEL Mopla**

4. DESCRIPCIÓN DE LA INTERFAZ GRÁFICA DEL Mopla .....	4.1
4.1 ¿Qué puede usted aprender en este capítulo?.....	4.1
4.2 Estructura global de la interfaz.....	4.1
4.3 Barra de menú.....	4.5
4.4 Ventana gráfica.....	4.8
4.5 Página de <i>Control</i> .....	4.10
4.6 Página de <i>Batimetría “Batim.”</i> .....	4.11
4.7 Página de <i>Mallas</i> .....	4.13
4.8 Página de <i>Casos</i> .....	4.17
4.9 Página de <i>Cálculo</i> .....	4.22
4.10 Página de <i>Ver</i> .....	4.24
4.11 Página <i>Imprimir</i> .....	4.34



## **Capítulo 5. APLICACIÓN DEL Mopla (TUTOR DE CASOS DE EJEMPLO)**

5. APLICACIÓN DEL Mopla (TUTOR DE CASOS DE EJEMPLO) .....	5.1
5.1 Introducción .....	5.1
5.2 Tutor caso 1: ejemplo dique exento (oleaje monocromático) .....	5.1
5.3 Tutor caso2: ejemplo playa de Plencia-Gorliz en Vizcaya (oleaje espectral).....	5.59

## **Capítulo 6. METODOLOGÍA PASO A PASO PARA APLICAR EL Mopla EN UN PROYECTO**

6. METODOLOGÍA PASO A PASO PARA APLICAR EL Mopla EN UN PROYECTO .....	6.1
6.1 ¿Qué puede usted aprender en este capítulo? .....	6.1
6.2 Metodología paso a paso .....	6.1
6.3 Aplicación de la metodología, al caso de la playa de Plencia-Gorliz..	6.17

## **Capítulo 7. MENSAJES DE ERROR**

7. MENSAJES DE ERROR .....	7.1
7.1 Introducción.....	7.1
7.2 Lista resumen de problemas frecuentes y sus posibles soluciones .....	7.1
7.3 Errores del modelo numérico .....	7.3
7.4 Errores de uso del sistema de menús .....	7.7



**Anejo I. PARÁMETROS MORFODINÁMICOS (PÁGINA DE CASOS)**

**Anejo II. USO DE BOTONES GRÁFICOS**

**Anejo III. DIÁLOGOS Y VENTANAS DEL Mopla**

**Anejo IV. ESTRUCTURA DEL DIRECTORIO DE TRABAJO Y  
ARCHIVOS DEL Mopla**





## **CAPÍTULO 1**

---

### **INTRODUCCIÓN**



## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 ¿Qué es el Mopla?

El modelo integral de “**M**orfodinámica de **playas**” (Mopla) es un programa que permite simular en una zona litoral, la propagación del oleaje desde profundidades indefinidas hasta la línea de costa. A partir de este oleaje, lleva a cabo el cálculo de corrientes inducidas en la zona de rompientes, y finalmente, simula la evolución morfodinámica de una playa. Este modelo forma parte del módulo de “**Análisis a corto plazo de playas**” (Acordes).

### 1.2 ¿Qué hace el Mopla?

El objetivo básico del Mopla es proporcionar una herramienta numérica dentro de un entorno gráfico y amigable, que facilite a los usuarios el estudio morfodinámico de una playa en una escala a corto plazo.

El Mopla es una herramienta que permite realizar una gran variedad de tareas. A continuación enumeramos algunas de ellas:

#### (1) Respecto a la propagación de oleajes:

- Propagar oleajes monocromáticos o espectrales desde profundidades indefinidas hasta zonas de playa en la costa. Incluyendo deformaciones debido a la refracción, asomeramiento, difracción, disipación por rotura y pos-rotura.
- Caracterización de los oleajes de una zona litoral.
- Cálculo de los regímenes medios direccionales del oleaje en zonas costeras.
- Propagación de eventos de oleaje extraordinarios, los cuales permiten definir las alturas de olas de diseño para obras en el litoral.



(2) Corrientes en playas:

- Caracterización del sistema circulatorio de corrientes en playas.
- Determinación de las magnitudes de corrientes en playas, condicionada a una calibración previa con información medida en campo.
- Determinación del campo de corrientes para el cálculo de transporte de sedimentos.

(3) Evolución morfológica de playas:

- El cálculo inicial de transporte de sedimentos debido al oleaje y a las corrientes.
- Determinación de zonas de erosión/sedimentación en playas.
- Evolución bidimensional y horizontal de una playa frente a un evento temporal.

### 1.3 Estructura global del Mopla

El Mopla se compone de seis modelos numéricos, los cuales se han organizado en dos grupos: por un lado aquellos que modelan los procesos asociados a la propagación de un tren de ondas monocromáticas, y por otro, los que modelan la propagación de un estado de mar, representado mediante un espectro de energía del oleaje.

Tal y como se expresa en el Documento Temático de Regeneración de Playas, los primeros modelos se aplican, fundamentalmente, para caracterizar la morfodinámica media en un tramo de costa. Este primer grupo, se compone de los siguientes programas:

- Oluca-MC: Modelo parabólico de propagación de oleaje **Monocromático**



- Copla-MC: Modelo de **C**orrientes en **p**layas inducidas por la rotura de ondas.
- Eros-MC: Modelo de **E**rosión – **s**edimentación y evolución de la batimetría en playas.

En cuanto a los segundos (oleaje espectral), se aplican fundamentalmente en el modelado de eventos extraordinarios, o en casos donde se desea una mayor precisión en el cálculo de las alturas de ola (diseños de diques u obras en general). Este grupo se compone de los siguientes modelos:

- Oluca-SP: Modelo parabólico de propagación de oleaje **es**pectral.
- Copla-SP: Modelo de **C**orrientes en **p**layas inducidas por la rotura del oleaje espectral.
- Eros-SP: Modelo de **E**rosión – **s**edimentación y evolución de la batimetría en playas (debido al oleaje espectral).

Una descripción detallada acerca de los fundamentos teóricos e hipótesis en las cuales se fundamentan estos modelos, se recoge en los correspondientes manuales de referencia.

## 1.4 Usuario tipo y conocimientos requeridos

El Mopla es una herramienta numérica orientada específicamente a Ingenieros Técnicos que desarrollan actividades en el ámbito costero.

Aunque el Mopla, ha sido diseñado cuidadosamente con énfasis en la lógica y una interface amigable, y el manual contiene procedimientos y gran cantidad de material de referencia, el sentido común es fundamental en cualquier aplicación. En este caso "sentido común" significa unos conocimientos en hidrodinámica, teoría lineal y no lineal de propagación de ondas; propagación de oleajes espectrales; modelos de disipación de energía por rotura y fricción; modelos de corrientes debido a la rotura de ondas en la zona de rompientes; modelos de transporte de sedimentos y evolución morfológica de playas; y modelos numéricos. Los cuales permitan al usuario interpretar si los resultados del Mopla son razonables o no; por ese motivo, se incluye cuatro manuales de referencia, en los cuales, se presentan unos



conocimientos básicos en el área de trabajo del modelado matemático de propagación de oleaje, corrientes por rotura y evolución morfológica de playas.

Los títulos de los manuales de referencia son:

- Modelo de “Propagación de oleaje y monocromático” (Oluca-MC)
- Modelo de “Propagación de oleaje espectral” (Oluca-SP)
- Modelo de “Corrientes de rotura en playas” (Copla-MC/SP)
- Modelo de “Erosión/sedimentación” (Eros-MC/SP).

Se recomienda leerlos antes de comenzar a operar el modelo.

## 1.5 ¿Cómo instalar el programa Mopla?

El programa Mopla se instala como parte del Sistema de Modelado Costero (SMC), el cual crea dentro del directorio “SMC” un subdirectorio denominado “Mopla”. En este directorio es donde se guardan los programas y demás elementos asociados con el Mopla. Si el usuario desea saber más detalles acerca de su instalación, consultar el capítulo 3 del manual del usuario del SMC.

## 1.6 ¿Cómo ejecutar el Mopla?

Existen diferentes formas de ejecutar el programa Mopla:

- (1) Desde el programa “Sistema de Modelado Costero” (SMC), ir al módulo de corto plazo en la barra de menús:

### **Corto plazo\Planta (Mopla)**

En caso de no tener ningún proyecto generado dentro del SMC, el Mopla aparecerá en pantalla y se podrá trabajar con él como un programa independiente.



Por otro lado, si estamos dentro de un proyecto, en una alternativa donde se ha regenerado una batimetría, al abrir el Mopla, éste se localiza en el correspondiente directorio y abre directamente el archivo de la batimetría ya regenerada. (Ver en el manual del usuario del SMC (figura 5.1), la estructura de un proyecto y, dentro de éste, los directorios de trabajo del Mopla para las distintas alternativas).

(2) Otra forma de ejecutar el programa Mopla, es directamente desde Windows, dependiendo del entorno desde donde se ejecute, se puede:

- Ejecutarlo desde el Menú de Inicio de Windows:  
**Menú de inicio|Programas|Mopla|Mopla.exe**
- Ejecutarlo a través del *Administrador de archivos*. El programa Mopla se encuentra dentro del subdirectorio Mopla, en:  
**...\SMC\Mopla\Mopla.exe**
- Ejecutar el programa (Mopla.exe) desde la opción *Ejecutar...* del menú archivo del *Administrador de programas*.

Tras cualquiera de estas acciones, aparecerá en pantalla el programa Mopla y podrá empezarse a trabajar con éste.

## **CAPÍTULO 2**

### **ASPECTOS BÁSICOS DE ESTE MANUAL**



## 2. ASPECTOS BÁSICOS DE ESTE MANUAL

### 2.1 Objetivos y alcance

El propósito de este manual es guiar al usuario para que de una forma sencilla aprenda a manejar y aplicar el modelo Mopla. Se espera que el usuario con la ayuda de este manual, aprenda como realizar propagaciones del oleaje, a obtener corrientes por rotura en la zona de rompientes, y a modelar la evolución morfodinámica de una playa.

### 2.2 Contenido

Este manual se ha dividido en siete capítulos:

El capítulo 1, da una visión global acerca de qué es el Mopla, sus objetivos, estructura y usuarios.

El capítulo 2, da una descripción de este manual, sus objetivos, contenido y una lista de convenciones que se emplea en el manual.

En el capítulo 3, se habla de las restricciones a la hora de aplicar el Mopla, y su interacción con otros modelos.

En el capítulo 4, se describe la interfaz gráfica del Mopla, la cual incluye un sistema de menús y páginas de control del sistema.

En el capítulo 5, se presenta un tutor guiado, donde se aplica el Mopla a dos casos de ejemplo.

En el capítulo 6, se propone una metodología paso a paso, de como se debe aplicar el modelo Mopla en un proyecto. Esta metodología se aplica a un ejemplo de una playa real (Playa de Plencia (País Vasco)).

El capítulo 7, contiene una lista de mensajes de error debidos al modelo numérico y al manejo del sistema de menús, con sus respectivas soluciones o



actuaciones. También se incluye una lista de los problemas más frecuentes y sus posibles soluciones.

En el Anejo I, aparecen descritos de forma detallada, los editores de los parámetros morfodinámicos (oleajes, corrientes y transporte de sedimentos).

En el Anejo II, se describe el uso de los botones gráficos de la interfaz.

En el Anejo III, se da una descripción de los diálogos y ventanas del sistema.

En el Anejo IV, se presenta la estructura de un directorio de trabajo en Mopla junto con la descripción de los archivos de entrada y salida del sistema.

### 2.3 Convenciones que se siguen en el manual

El programa Mopla se compone de una interfaz gráfica bajo el entorno Windows y un conjunto de programas de propagación de oleaje. Dicha interfaz necesita unos conocimientos básicos de manejo del entorno Windows. En este manual se hará uso de la siguiente terminología:

- **Pulsar el botón** significa mover el puntero del ratón sobre el botón del programa que se indique y pulsar el botón izquierdo (o el de selección).
- **Seleccionar un menú** (menú|submenú) consiste en mover el puntero del ratón a la barra de menú del programa, que está en la parte superior del mismo, y pulsar con el botón izquierdo del ratón sobre la opción indicada en primer lugar, y, manteniendo pulsado el botón, moverse hasta señalar la opción submenú. Al hacer esto la opción del submenú aparecerá resaltada (seleccionada), en ese momento debe soltarse el botón izquierdo del ratón.
- **Seleccionar una página.** El programa tiene varios elementos del tipo *Página de opciones*, que aparecen como un pequeño cuaderno con etiquetas. Para seleccionar una de estas páginas se pondrá el puntero del ratón en la etiqueta que se desee seleccionar, y se pulsará el botón izquierdo del ratón.
- **Arrastrar el cursor** se hace manteniendo pulsado el botón izquierdo del ratón en el punto desde donde se quiere comenzar el arrastre y, manteniendo



pulsado el botón, moverlo hasta el punto final del arrastre, donde debe dejar de pulsarse el ratón.

Muchos de los componentes del programa tienen una estructura jerárquica, es decir, son opciones unas dentro de otras. Para simplificar su enumeración se usará la siguiente notación:

**OpciónMayor|OpciónMenor|SubOpciónMenor|...|ÚltimaOpción**

que indica que dentro de OpciónMayor se seleccionará OpciónMenor y dentro de esta SubOpciónMenor, así hasta llegar a la última opción. Unos ejemplos dejarán más claro lo dicho:

- **Menú Fichero|Configuración** indica la opción “Configuración” dentro del menú *Fichero*.
- **Botón Cálculo|Limpiar** se refiere al botón “Limpiar” dentro de la página *Cálculo*.

## **CAPÍTULO 3**

### **■ RESTRICCIONES EN LA APLICACIÓN DEL MOPLA**



## **3. RESTRICCIONES EN LA APLICACIÓN DEL Mopla**

### **3.1 Conceptos generales del modelo**

La gran mayoría de los modelos del Mopla, han sido aplicados en numerosos proyectos tanto de la costa española, como de otros países. También se han aplicado en numerosos proyectos de investigación y es utilizado en la Universidad de Cantabria con fines docentes; experiencia que ha permitido comprobar el buen funcionamiento de los mismos.

Con el fin de hacer el Mopla una aplicación amigable tanto para usuarios expertos como inexpertos, se ha incluido en el modelo:

- Una interface flexible e interactiva por sistemas de menús, que facilita al usuario el generar y manejar los archivos, tanto de entrada como de salida.
- Presentación gráfica en colores de las diferentes aplicaciones de los menús por pantalla.
- Un soporte gráfico y digital de generación automática de mallas simples y encadenadas a partir de la interpolación de una batimetría dada.
- Una interface gráfica que permite ver y generar dibujos de resultados.
- Generación automática de archivos de dibujos para impresora.

### **3.2 Interacción con otros modelos**

El programa Mopla ha sido diseñado para que los archivos de salida puedan interactuar con otras aplicaciones desarrolladas por el Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas de la Universidad de Cantabria; dentro de las cuales se tiene:



- ***Modelos de propagación de ondas de marea (H2D, H3D):***

Estos modelos propagan una onda de marea teniendo en cuenta los efectos del viento en un estuario, bahía o zonas costeras, obteniéndose velocidades  $U$ ,  $V$  y sobreelevación de la superficie libre  $\zeta$ .

- ***Modelo de advección-dispersión (AD2D):***

Modelo numérico bidimensional que simula el transporte por advección y dispersión de sustancias en bahías, estuarios y zonas costeras.

### **3.3 Hipótesis y restricciones del Mopla**

Tal como se dijo anteriormente, el Mopla se compone de modelos numéricos de “Propagación de ondas” (Oluca-MC/SP), los modelos de “Corrientes en playas” (Copla-MC/SP) y los modelos de “Erosión/sedimentación” (Eros-MC/SP). Estos modelos numéricos se basan en modelos teóricos que tienen una serie de restricciones. Con el fin de evaluar si el modelo Mopla es aplicable para un determinado problema, se deben consultar los correspondientes manuales de referencia, los cuales contienen una descripción detallada de todos estos aspectos. En este apartado se hace un resumen de las hipótesis en las cuales se basan estos modelos, y se dan algunas recomendaciones que se deben tener al momento de definir los contornos.

#### **Hipótesis del modelo parabólico de “Propagación de ondas” (Oluca-MC/SP)**

##### **1. Fluido**

- No viscoso
- Incompresible
- Densidad constante.



## 2. Flujo

- Irrotacional
- Estacionario.

## 3. Dinámicas

- Presión constante en la superficie libre
- No se considera la acción del viento
- No se considera la acción de la aceleración de Coriolis.

## 4. Contornos

- Fondo con pendiente suave:

El desarrollo matemático de las ecuaciones del modelo, se plantean con la hipótesis de que las variaciones del fondo con las coordenadas horizontales son pequeñas en comparación con la longitud de onda. Para el modelo lineal, Berkhoff (1982) realizó una comparación entre un modelo numérico exacto y el de la ecuación de pendiente suave para ondas propagándose sobre una playa. Encontró que hasta pendientes del fondo de 1:3 el modelo de la pendiente suave es exacto y que para pendientes mayores predice adecuadamente las tendencias.

## 5. Propagación

- No linealidad débil:

Dependencia débil de la ecuación de la dispersión con la amplitud de la onda (monocromático) o la altura de olas significativa (espectral); modelo no lineal Stokes-Hedges.



- Aproximación parabólica:

Las ondas se propagan en una dirección principal ( $x$ ), con lo cual se desprecian términos  $\left(\frac{\partial^2(\ )}{\partial x^2}\right)$ . La solución es tanto más aproximada cuanto menor variación haya respecto a la dirección  $x$ .

A continuación se presentan algunas de las principales limitaciones de la aplicación del modelo:

- ***Limitaciones por propagación***

1. Las pendientes del fondo deben ser menores que 1:3 ( $18^\circ$ ), para garantizar la condición de pendiente suave. Ver figura 3.1.
2. El ángulo de propagación en la primera fila ( $x = 0$ ) de la malla, debe estar dentro del rango  $\pm 55^\circ$ , con respecto al eje de propagación principal, eje  $x$ . (Ver figura 3.2).
3. Se debe tener especial cuidado para que la zona de estudio no se encuentre dentro de ángulos de propagación mayores a  $\pm 55^\circ$  con respecto al eje  $x$ , dado que los errores comienzan a ser importantes para estos ángulos. (Ver figura 3.2). Orientar en lo posible, el eje  $x$  de la malla en la dirección principal de propagación del oleaje. (Ver figura 3.3).
4. El modelo ha sido diseñado principalmente para ser aplicado en zonas costeras y playas, donde los fenómenos de propagación dominantes son la refracción, asomeramiento, difracción y rotura en playas. No es aplicable en casos donde la reflexión es un fenómeno importante, como es el caso de resonancia y agitación en puertos. (Ver figura 3.2).

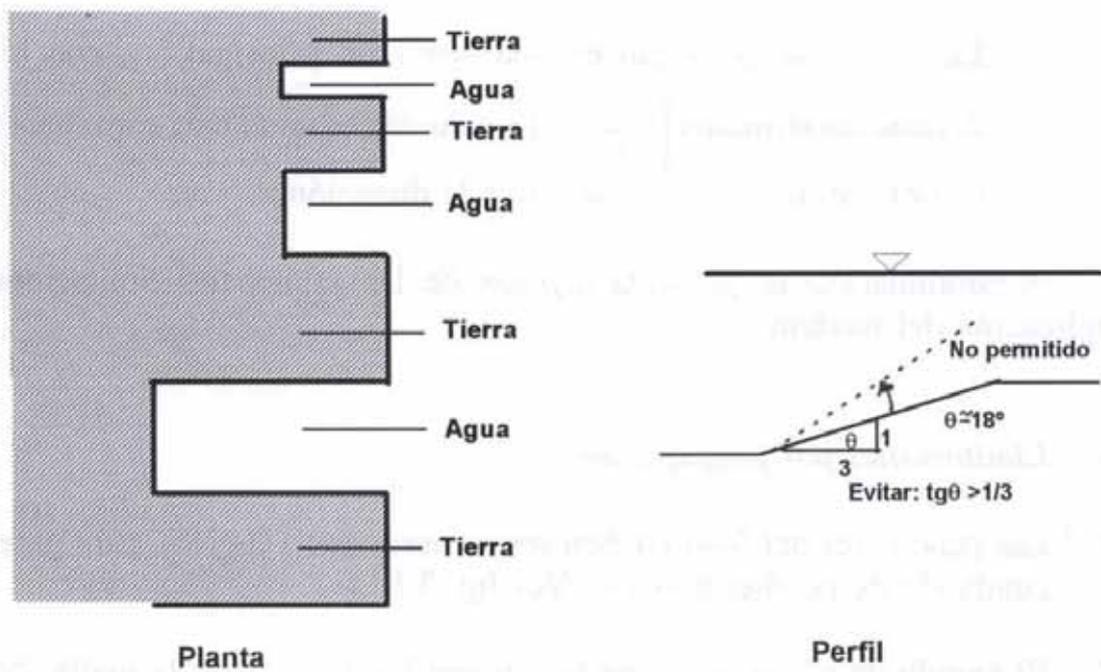


Figura 3.1. Esquema de contornos que se deben de evitar

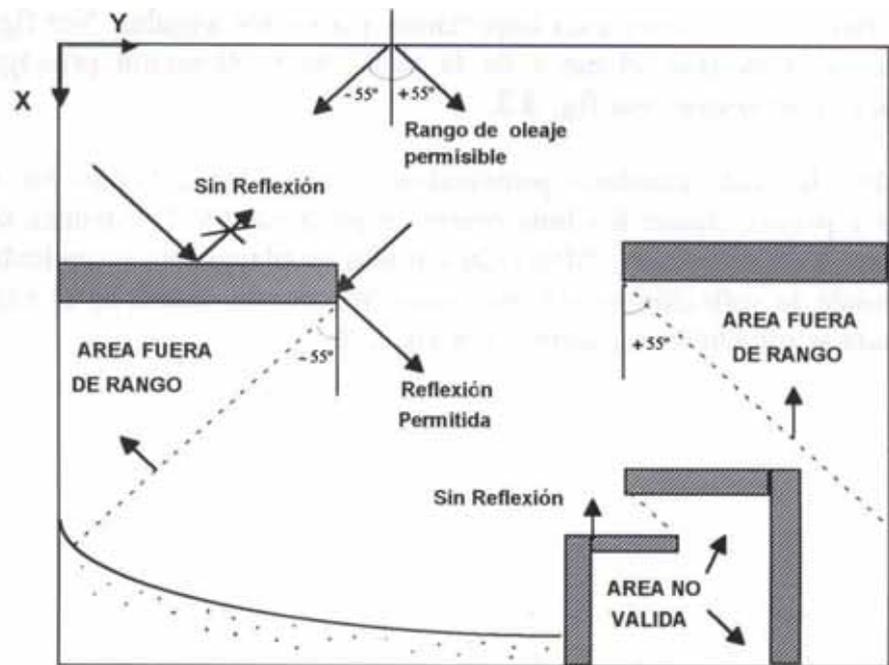


Figura 3.2. Zonas válidas de propagación y límite de ángulos

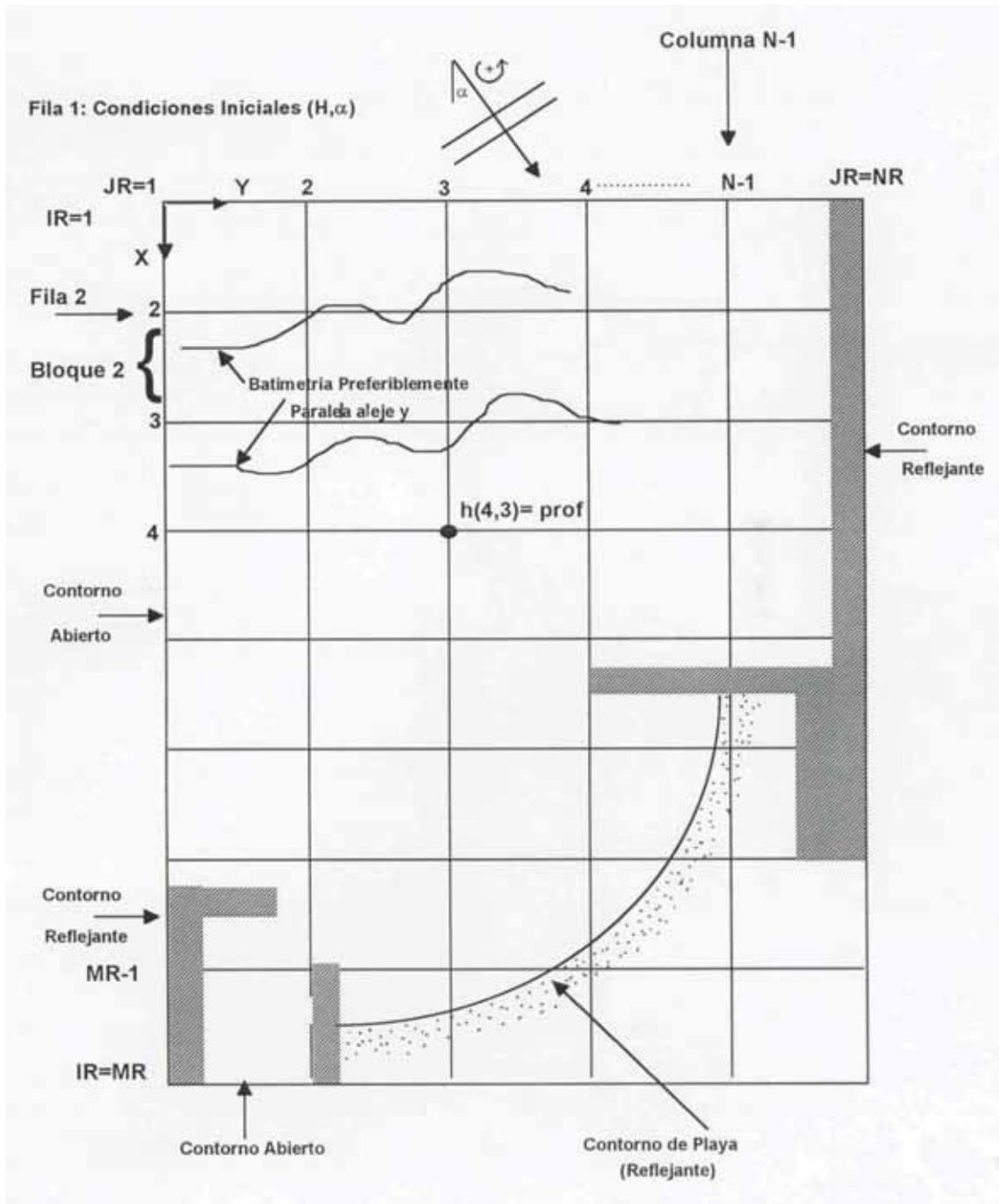


Figura 3.3. Esquema general de la malla y contornos



- ***Limitaciones por contornos y condiciones iniciales***

1. Evitar cambios bruscos de profundidad en la batimetría (pendientes mayores a 1:3), principalmente en la zona de estudio.
2. En la primera fila en ( $x = 0$ ) se definen las condiciones iniciales del oleaje. En esta primera fila se asume el oleaje incidente igual para todos los puntos (amplitud, período y dirección), en la medida de lo posible se debe tratar que las profundidades en dicha fila no presenten variaciones muy fuertes.
3. Como en todos los modelos numéricos, es necesario imponer unas condiciones de contorno laterales, estas condiciones nunca son perfectas e involucran ruidos numéricos en el sistema. El modelo Mopla impone unas condiciones de contorno laterales reflejantes o abiertas aplicando la ley de Snell (ver manual de referencia), por tal motivo, se debe intentar mantener el efecto de los contornos laterales, lo más alejado posible de la zona de estudio y dentro de lo posible, intentar que la batimetría en dichos contornos sea lo más paralela al eje ( $y$ ), (ver figura 3.3).
4. Evitar los contornos laterales que alternan agua-tierra-agua, porque pueden generar ruidos numéricos en la ejecución, (ver figura 3.1).
5. Debido a limitaciones del modelo numérico en los contornos, el modelo propaga las ondas en profundidades mayores a 0.30 m. Intentar modelar ensayos de laboratorio con profundidades menores a ésta, da lugar a errores numéricos.
6. Por efectos del modelo numérico, internamente el programa limita las batimétricas en tierra a (-7.0 m).
7. Existen limitaciones en los tamaños máximos y mínimos de los elementos ( $\Delta x$ ,  $\Delta y$ ) en las mallas del dominio de cálculo. Se debe de tener especial cuidado en las cercanías de diques exteriores, en grandes profundidades ( $h > 20$  m), donde existe un tamaño mínimo de malla relacionado también con el período del oleaje y la profundidad (ver detalles en el apartado 3.10 del manual de referencia del Oluca-SP).



- **Limitaciones por dimensionamiento del código del programa de propagación**

A continuación se presenta una tabla con el dimensionamiento máximo de las matrices de las columnas en el eje  $x$  y el eje  $y$  de la malla de referencia, y el número de subdivisiones totales en el eje  $y$ :

Tipo de modelo	Código de Propagación	Nodos de la Malla $x, y$ *		Subdivisiones $x$ **	Subdivisiones $y$ ***	Número de frecuencias	Número de direcciones
		$x$	$y$				
Espectral	Oluca-sp	500	500	60	3500	20	20
Monocromático	Oluca-rd	500	500	60	5000	1	1

\* Ver nomenclatura de los nodos de la malla y subdivisiones en las figuras 3.1 y 3.2 de los manuales de referencia.

\*\* Número máximo de subdivisiones en un bloque en el eje  $x$ , ver figuras 3.2 y 3.3 de los manuales de referencia.

\*\*\* Número máximo de subdivisiones a lo largo de todo el eje  $y$ , si el espacio entre subdivisiones en la zona de estudio es por ejemplo 5 m; las dimensiones máximas de la malla en el eje  $y$ , son para el modelo espectral de 17.5 km y para el modelo monocromático de 25 km.



## **Hipótesis del modelo bidimensional de “Corrientes en playas” (Copla-MC/SP)**

### 1. Fluido

- Fluido homogéneo
- Incompresible
- Densidad constante

### 2. Flujo

- La variación del fondo del mar con respecto a la horizontal es lenta (aceleraciones verticales muy pequeñas), lo que implica que las principales características del sistema de corrientes en playas estén contenidos en la variación horizontal de las propiedades integradas en la profundidad, por lo que la velocidad de corriente ( $U$ ,  $V$ ) es independiente de la profundidad.
- Los movimientos asociados a las corrientes de playa son permanentes, permitiendo esto promediar las ecuaciones que los representan en el tiempo (período del oleaje), lo cual significa que para períodos de tiempo mayores al del período del oleaje las variaciones temporales son despreciables. Cada tren de ondas incidente crea su propio sistema circulatorio de corrientes.
- Los efectos de viscosidad molecular son débiles, excepto en contornos, en consecuencia, se puede admitir que el movimiento oscilatorio es esencialmente irrotacional, Longuet-Higgins y Stewart (1962).
- Las fluctuaciones turbulentas debidas al oleaje son despreciables.
- Las corrientes son suficientemente débiles como para considerarse su interacción con el tren de ondas.

### 3. Dinámicas

- Presión constante en la superficie libre
- No se considera la acción del viento
- No se considera la acción de la aceleración de Coriolis.



#### 4. Contornos

Dado que los modelos Copla-(MC/SP) se ejecutan a partir de los resultados del modelos Oluca-(MC/SP), éste emplea como contornos los mismos definidos en la malla de propagación.

#### 5. Limitaciones por dimensionamiento del código del programa de corrientes

Dado que el Copla se encuentra ligado al Oluca; este último define las dimensiones máximas de las mallas. Existiendo versiones con dimensiones de nodos de malla semejantes a los descritos anteriormente.

En el capítulo 6 de este manual se presenta una metodología paso a paso para aplicar el Mopla en un proyecto, donde se tiene en cuenta algunas de estas hipótesis, que limitan la aplicación del modelo en ciertos casos.

#### **Hipótesis del modelo de “Evolución morfológica de una playa” (Eros-MC/SP)**

Este modelo evalúa el transporte de sedimentos a partir de formulaciones del oleaje-corriente.

Las hipótesis de cada una de estas formulaciones se recogen en el manual de referencia del Eros-(MC/SP). No obstante, se recuerda al usuario que este es un modelo de “Análisis a corto plazo” cuyos tiempos máximos de simulación no deben superar las 72 horas.

## **CAPÍTULO 4**

# **DESCRIPCIÓN DE LA INTERFAZ GRÁFICA DEL MOPLA**

---



## 4. DESCRIPCIÓN DE LA INTERFAZ GRÁFICA DEL Mopla

### 4.1 ¿Qué puede usted aprender en este capítulo?

- Los conceptos básicos y avanzados del manejo del programa.
- La descripción detallada de las diferentes páginas y menús que conforman la interfaz gráfica del programa.

En esta sección se definirán algunos conceptos básicos y se describirá la estructura global de la interfaz del programa. Para ello se muestra primero, la ventana principal de Mopla dividiéndola en sus elementos más importantes; luego se describen las páginas de control del programa, desglosándolo en sus elementos componentes y explicando la función de todos ellos. Posteriormente, se verán otras ventanas y menús accesorios que aparecen en ciertos momentos de la ejecución del programa.

### 4.2 Estructura global de la interfaz

Antes de comenzar la descripción detallada de la interfaz del Mopla, se van a definir ciertos conceptos y explicar cómo están estructurados en la lógica del programa.

#### Definición de conceptos básicos

- **Batimetría.** Es un archivo en formato xyz que define la batimetría de la zona de estudio. **Sólo puede haber una por directorio** y al cargarla, se cargarán también las mallas y casos de estudio asociados a ella.
- **Malla.** Una malla es una rejilla rectangular situada sobre una batimetría, sin sobrepasar los límites de ésta. Los valores en los nodos de la rejilla son interpolados por el programa Surfer a partir de los datos de la batimetría. Estos valores interpolados son la batimetría entrada tanto para el modelo de propagación de ondas como el de corrientes.
- **Malla encadenada.** También se llaman mallas anidadas o encadenamiento. Es un arreglo de varias mallas con diferente resolución de nodos, en el que



la última fila de una es colineal con la primera fila de la siguiente. De esta forma puede aplicarse el modelo de propagación de ondas a una malla y tomar sus resultados como datos de entrada de la malla siguiente.

- **Caso de oleaje.** Es un conjunto de parámetros de control de los modelos de propagación y definición del oleaje que se aplica a una malla o un encadenamiento. Se dividen en dos, el caso simple y los casos de encadenamiento.
- **Caso de corrientes.** Un caso de corrientes (o caso de Copla) es una serie de parámetros que definen las características de flujo, para las corrientes generadas por un oleaje previamente calculado con el programa Oluca-(MC/SP). Es por ello que un caso de corrientes no se puede estudiar por separado, siempre debe estar asociado a un caso simple o a un caso de encadenamiento.
- **Caso de transporte.** Es un grupo de parámetros que permiten llevar a cabo el cálculo del transporte de sedimentos y/o la evolución de una playa. Éste está asociado a un **caso de corriente**, y por lo tanto, también a un **caso de oleaje**.
- **Caso.** Llamaremos **caso** a la combinación de una malla simple o encadenada, con un **caso de oleaje**. Donde adicionalmente se pueden incluir un **caso de corriente** y un **caso de transporte**.
- **Caso simple.** Es cuando se aplica un **caso** a una sola malla.
- **Caso de encadenamiento.** Es cuando se aplica un **caso** a un conjunto de mallas encadenadas que tienen en común el **caso de oleaje** de la malla exterior.

### Esquema de trabajo

El programa Mopla está estructurado jerárquicamente sobre los conceptos previamente definidos. Esta estructura podría representarte así:



- **Batimetría.**
  - **Generación de mallas.**
  - **Caso.**
    - **Mallas.**
    - **Caso de oleaje.**
    - **Caso de corrientes.**
    - **Casos de transporte.**

En la parte superior de la jerarquía hay una batimetría que define el proyecto de estudio. Sobre esta batimetría, se pueden definir una serie de mallas simples y encadenadas que determinan los dominios de cálculo en una zona de estudio.

Dentro de una sesión de trabajo se pueden definir diferentes **casos**. El concepto de **caso** engloba una serie de elementos, como son: una malla, simple o encadenada, un caso de oleaje (monocromático o espectral), un caso de corriente (opcional) y un caso de transporte (es opcional y debe existir un caso de corriente).

Para un conjunto de mallas encadenadas, los casos de oleaje están asociados únicamente a la primera malla del encadenamiento; dado que la onda solo es necesario definirla para esta malla. Por otro lado, los casos de corrientes y transporte sólo están asociadas a la última malla del encadenamiento; dado que se supone que la zona de interés se localiza en esta última.

Cuando se resuelve un caso, el Mopla genera los archivos de entrada a los modelos (Oluca, Copla y Eros) y a medida que se van ejecutando estos programas, genera archivos intermedios y de resultados finales.

### **Ventana principal del Mopla**

El programa Mopla consta de una ventana principal donde se visualiza toda la actividad del programa, y una serie de ventanas secundarias que aparecen para realizar trabajos como mostrar gráficos o visualizar los archivos de texto que resultan de la ejecución del Mopla. La ventana principal se compone de una serie de secciones con una funcionalidad específica que se describirán a continuación. (Ver una imagen de la ventana principal en la figura 4.1).

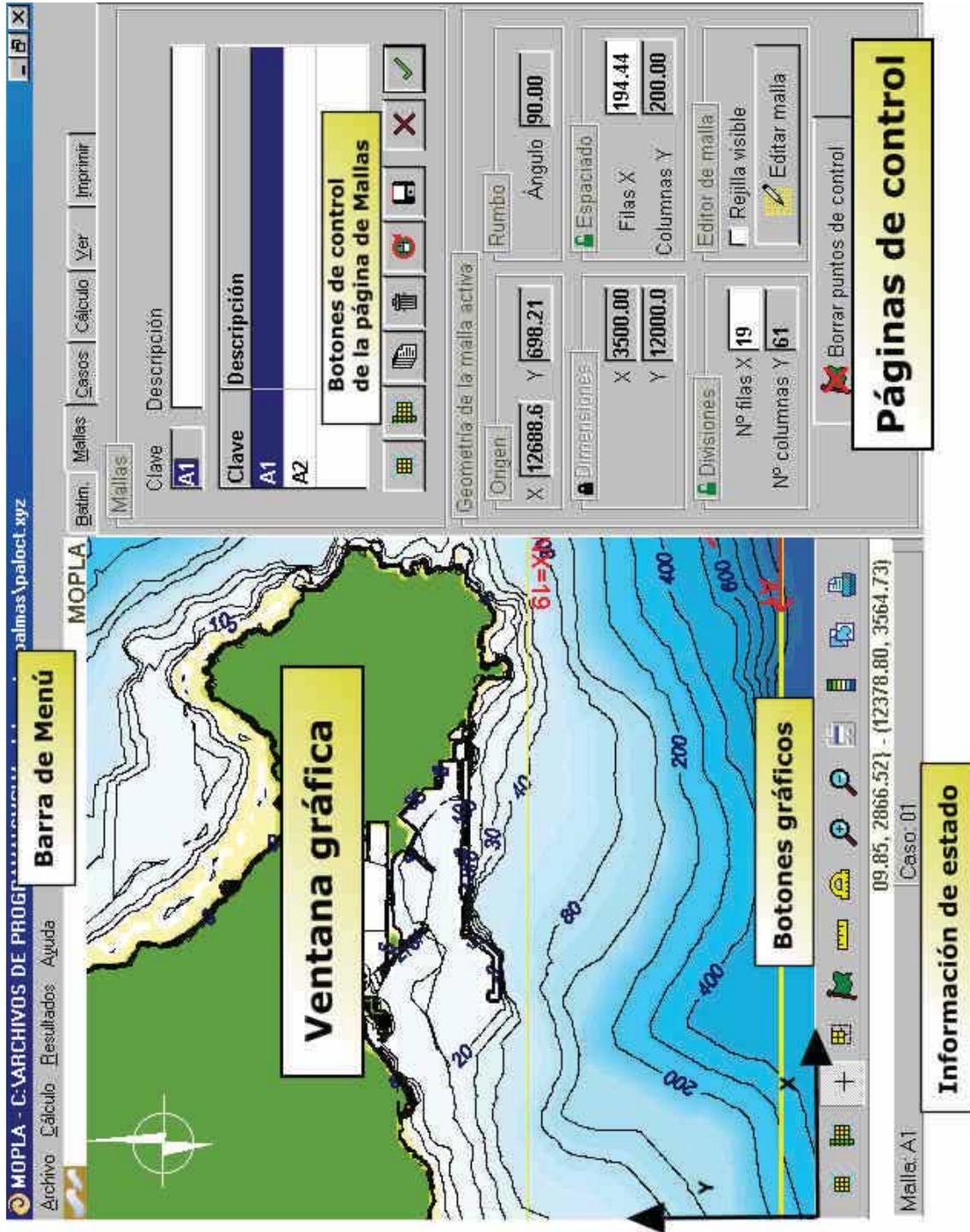


Figura 4.1. Ventana principal del Mopla



1. **La barra de menú.** Da acceso a algunos elementos del programa.
2. **La ventana gráfica.** Es la zona donde se visualizan la batimetría y las mallas. También permite generar las mallas gráficamente sobre este plano.
3. **Las páginas de control.** Permiten crear y editar todos los parámetros que definen las mallas, **casos**, ejecuciones, visualización e impresión de resultados.

A continuación se procederá a describir cada una de estas secciones.

### 4.3 Barra de menú

La barra de menú de Mopla consta de entradas más o menos estándar, como la de **Archivo** o la de **Ayuda**, y otras específicas que son **Cálculo** y **Resultados**. Estas tres últimas permiten tomar atajos de acciones para las que generalmente habría que ir a otra página distinta del panel principal, pero no añaden nada nuevo al manejo del programa. Ahora se verá cada una por separado.

#### A. Archivo

Esta es una entrada de menú que se encuentra en casi todos los programas Windows. En ella suelen encontrarse opciones que permiten grabar y cargar archivos, terminar el programa, así como, la configuración de algunos aspectos del programa. Si se despliega el menú de archivo aparecerán las siguientes opciones:

- **Abrir batimetría...:** esta opción saca el cuadro de diálogo para **Abrir una batimetría** (ver su descripción en el Anejo III).
- **Copiar proyecto...:** esta opción permite copiar todos los archivos que componen el proyecto actual (batimetría, mallas y **casos**) en otro directorio, sin incluir los archivos de



resultados de las ejecuciones (véase la explicación del diálogo **Nuevo directorio** en el Anejo III). Esto se hace con el fin de modificar la batimetría, y poder aplicar en ésta, la misma geometría de mallas, casos de oleajes, corrientes y transporte.

- **Ir al DOS...:** seleccionando esta opción se abrirá una sesión de DOS. Si se ha abierto previamente una batimetría, el intérprete de comandos aparecerá directamente en el directorio en el que se encuentre ésta. Cuando desee salir de la sesión de DOS bastará que escriba “EXIT” en la línea de comandos.
- **Imprimir:** esta opción permite imprimir la imagen de la batimetría, imagen sobre la ventana gráfica.
- **Configuración...:** con esta opción se accede al cuadro de diálogo de **Configuración** en el cual se pueden cambiar ciertos aspectos del programa (ver detalles del diálogo en el Anejo III).
- **Editar niveles:** esta opción permite visualizar el diálogo de **Propiedades del gráfico de la batimétrica** (ver Anejo III). Este diálogo permite definir parámetros visuales del gráfico de batimetría, las escalas de colores y niveles, precisión del gráfico ( $\Delta x$ ,  $\Delta y$ ), y el tipo de interpolación para el dibujo.
- **Salir:** termina la ejecución del programa dando la oportunidad de grabar los posibles cambios que se hayan hecho. Seleccionar esta opción es totalmente equivalente a cerrar el programa por cualquier otro método estándar de Windows.
- **Últimas batimetrías abiertas:** es una lista que nos permite cargar rápidamente alguna de las batimetrías recientemente utilizadas sin necesidad de pasar por el diálogo de **Abrir batimetría**.



## B. Cálculo:

Consta de las siguientes entradas:

- **Resolver caso:** resuelve el caso activo y es equivalente al botón “Página de cálculo|Caso Simple”.
- **Resolver Encadenamiento:** resuelve el caso de encadenamiento activo y es equivalente al botón “Calcular” de la página de *Cálculo* de la cual hablaremos más adelante.
- **Añadir caso a cola de cálculo:** añade a la cola de cálculo el caso simple activo.
- **Ver cola de cálculo:** muestra la página de *Cálculo*, de la misma forma que si se seleccionase en la pestaña correspondiente en las “páginas de control”.

## C. Resultados:

Al desplegarlo aparecen las entradas:

- **Ficheros de texto:** muestra una ventana de *Visor de texto* del caso activo. Donde aparecen archivos de entrada y salida de los programas: Oluca (oleaje), Copla (corrientes) y Eros (transporte de sedimento y evolución de la playa), para mayores detalles, ver en el Anejo III, **Visor de texto**.
- **Ejecuciones:** esta opción permite visualizar el “Editor de Notas de las Ejecuciones”, donde aparecen los detalles de los **casos** ejecutados (fechas, horas, mallas, parámetros, etc...).



## D. Ayuda:

Este menú es también habitual en los programas de Windows, al igual que sus dos únicas entradas:

- **Contenidos:** abre una ventana de ayuda de Windows con los contenidos de la ayuda sobre el programa Mopla.
- **Acerca de...:** muestra un diálogo con información general sobre el programa, aquí se puede encontrar entre otras cosas el número de versión.

## 4.4 Ventana gráfica

La ventana gráfica permite visualizar la batimetría (generada con Surfer). Sobre ésta se pueden ver, editar e insertar mallas de forma gráfica, además de permitir realizar medidas de distancias y ángulos.

La ventana gráfica se compone de tres secciones: una zona donde parecerá la batimetría, sobre la cual se permite crear y visualizar mallas; una segunda sección que contiene los botones gráficos, los cuales permiten activar y desactivar opciones de trabajo sobre la batimetría; y finalmente, la información de estado, la cual muestra en cada instante qué malla y caso se encuentran activos.

El área donde se visualiza la batimetría, está referenciada a unos ejes cartesianos (x, y), tal como se muestra en la figura 4.1. Los rangos de este dominio los define el archivo de la batimetría de entrada, archivo del cual hablaremos más adelante.

Los botones gráficos, localizados bajo la batimetría, controlan las acciones de trabajo sobre el plano de batimetría. Estos botones se activan con el botón izquierdo del ratón y permiten llevar a cabo las siguientes acciones:

- **Botón “Crear malla gráficamente”:** este botón permite definir sobre la batimetría, los contornos de una malla simple.



- **Botón “Crear malla encadenada gráficamente”:** esta opción permite definir los contornos de una malla, la cual se anida a otra ya existente.
- **Botón “Selección”:** este botón permite seleccionar una malla existente sobre el plano de la batimetría; una vez que se selecciona una malla, ésta cambia el color de sus contornos de blanco a amarillo. Cuando seleccionamos la malla, ésta se convierte en la que denominaremos “malla activa” de la batimetría.
- **Botón “Movimiento/tamaño”:** esta opción permite mover una malla simple sobre la batimetría. Por otro lado, también permite modificar las dimensiones del contorno de la malla, estirándola desde sus esquinas.
- **Botón “Añadir/quitar puntos de control”:** este botón permite situar (o borrar) los puntos de la malla en los que se comprobará la convergencia de los cálculos de las corrientes.
- **Botón “Distancias”:** con esta herramienta se pueden medir distancias en metros, entre dos puntos de la batimetría.
- **Botón “Ángulos”:** este botón permite al usuario, medir ángulos sobre la batimetría.
- **Botón “Acercar”:** permite llevar a cabo acercamientos (zoom) de zonas de la batimetría.
- **Botón “Alejar”:** esta herramienta desactiva cualquier acercamiento realizado previamente.
- **Botón “Ampliar batimetría”:** esta opción nos permite maximizar la ventana con la batimetría, facilitando las labores gráficas sobre la misma.
- **Botón “Mostrar escala de colores de la batimetría”:** este botón saca en pantalla una escala de colores del gráfico de batimetría.
- **Botón “Copiar la imagen de la batimetría”:** esta opción nos permite copiar en el portapapeles de Windows, una imagen de la batimetría con los elementos visibles en ese instante.
- **Botón “Imprime la imagen de la batimetría”:** como su mismo nombre lo dice, nos permite sacar por impresora la imagen de la batimetría con los elementos visibles hasta ese momento.



Estos son los botones gráficos que controlan las acciones sobre el plano de la batimetría, una descripción detallada de cómo se utilizan estos botones, se recoge en el Anejo II de este documento.

Finalmente, la información de estado es la barra inferior izquierda, la cual muestra en cada instante la clave de la malla activa, junto con un caso también activo. Por otro lado, también suministra información relacionada con las distancias, ángulos medidos sobre la batimetría, y coordenadas (x, y) de un punto cualquiera sobre el plano.

#### **4.5 Páginas de *Control*:**

Es la parte de la ventana principal que se encuentra a la derecha, y es el centro de control de la interfaz del usuario. Está separada en seis páginas diferentes a las cuales se puede acceder seleccionando cualquiera de las pestañas situadas en la parte superior. Estas páginas son:

##### **A. Página de *Batimetría*:**

Permite crear un nuevo escenario de trabajo (lectura de una batimetría y línea de costa), también permite cambiar la batimetría actual además de mostrar información relativa a ésta.

##### **B. Página de *Mallas*:**

En esta página se pueden crear, borrar y modificar mallas.

##### **C. Página de *Ondas*:**

En esta página se definen los casos de estudio (mallas, oleajes, corrientes y transporte).

##### **D. Página de *Cálculo*:**

Permite ejecutar los modelos para los diferentes casos previamente definidos.



#### **E. Página de *Ver*:**

En esta página se pueden visualizar los resultados obtenidos de la resolución de los casos y definir los formatos de los gráficos de salida por impresora.

#### **F. Página de *Imprimir*:**

Esta página permite imprimir los gráficos de resultados de los distintos casos, y/o almacenarlos en un archivo del Surfer.

Dada la importancia de estas páginas de *Control*, a continuación se describe cada una de éstas en detalle.

### **4.6 Página de *Batimetría* “*Batim.*”:**

El programa Mopla está estructurado de forma que, en una sesión de trabajo, sólo existe una batimetría. En esta página se puede ver la información general de la batimetría leída (ver figura 4.2).

Esta página es la que aparece al comienzo del programa, y no se podrá acceder a las demás hasta que no se haya cargado un archivo de batimetría y definido la orientación del Norte.

En la parte inferior de esta página se puede ver un botón rotulado “Abrir batimetría”, el cual es el mismo que se describía anteriormente en la barra de menú (Archivo\Abrir batimetría...). Cuando se pulsa este botón, se accede al diálogo de *Abrir batimetrías* (ver Anejo III). Si ya hay cargada una batimetría se podrán ver los campos de texto rellenos con información sobre ésta. A continuación se describen estos campos:

- **Directorio** : muestra la ruta (*path*) o directorio donde se encuentra el archivo de batimetría; este directorio es el mismo en el que están los archivos con información de mallas, **casos**, etc...
- **Batimetría**: es el nombre del archivo de batimetría (el programa puede leer cualquier extensión, pero se recomienda la extensión [ ].xyz, que es la que lee por defecto).

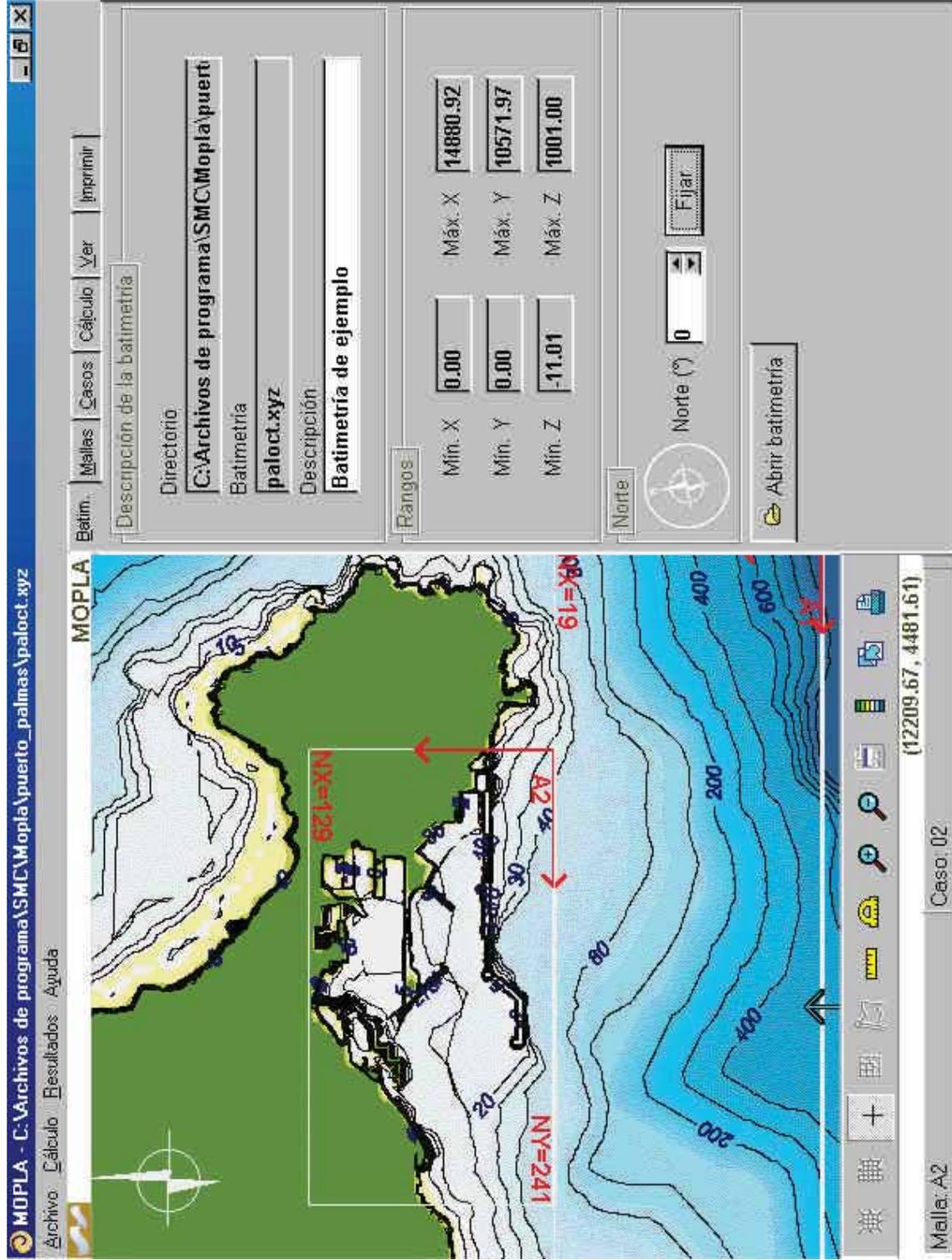


Figura 4.2. Página de Batimetría



- **Descripción:** éste es el único campo editable de esta página, muestra una pequeña descripción de la batimetría. Esta descripción se puede cambiar y será grabada en disco al salir del programa o al cambiar de batimetría. Se usa como título en la impresión de gráficos.
- **Rangos:** en esta sección se muestran los valores máximos y mínimos en las tres dimensiones para la batimetría actual. Al igual que el directorio y el nombre de la batimetría son campos meramente informativos y no pueden ser editados.

#### 4.7 Página de *Mallas*:

En esta página aparece la información asociada a las mallas, además de permitir realizar modificaciones en los valores que las definen. En la figura 4.3 se muestra el aspecto de esta página.

- Lo primero que se puede ver en la parte superior, es la clave que identifica a la malla activa, y una descripción de ésta. Esta malla activa es también la misma que aparece seleccionada (en color amarillo) en la ventana gráfica.
- Inmediatamente debajo se puede ver una lista con todas las mallas generadas sobre la batimetría, las cuales están grabadas en disco. En esta lista la malla activa aparece seleccionada, si se desea cambiar de malla activa, bastará con que se seleccione otra malla de la lista pulsando sobre ella el botón izquierdo del ratón.
- Más abajo hay una fila de botones que permiten realizar diferentes acciones con las mallas. Cada botón tiene un pequeño dibujo representativo de la acción que realiza, además si se sitúa el puntero del ratón sobre uno de ellos, aparecerá una descripción de lo que hace; este comportamiento puede verse en muchos botones de la ventana principal. El funcionamiento de estos botones se recoge en el Anejo II (apartado II.2) de este documento, a continuación se da una breve descripción de su uso:

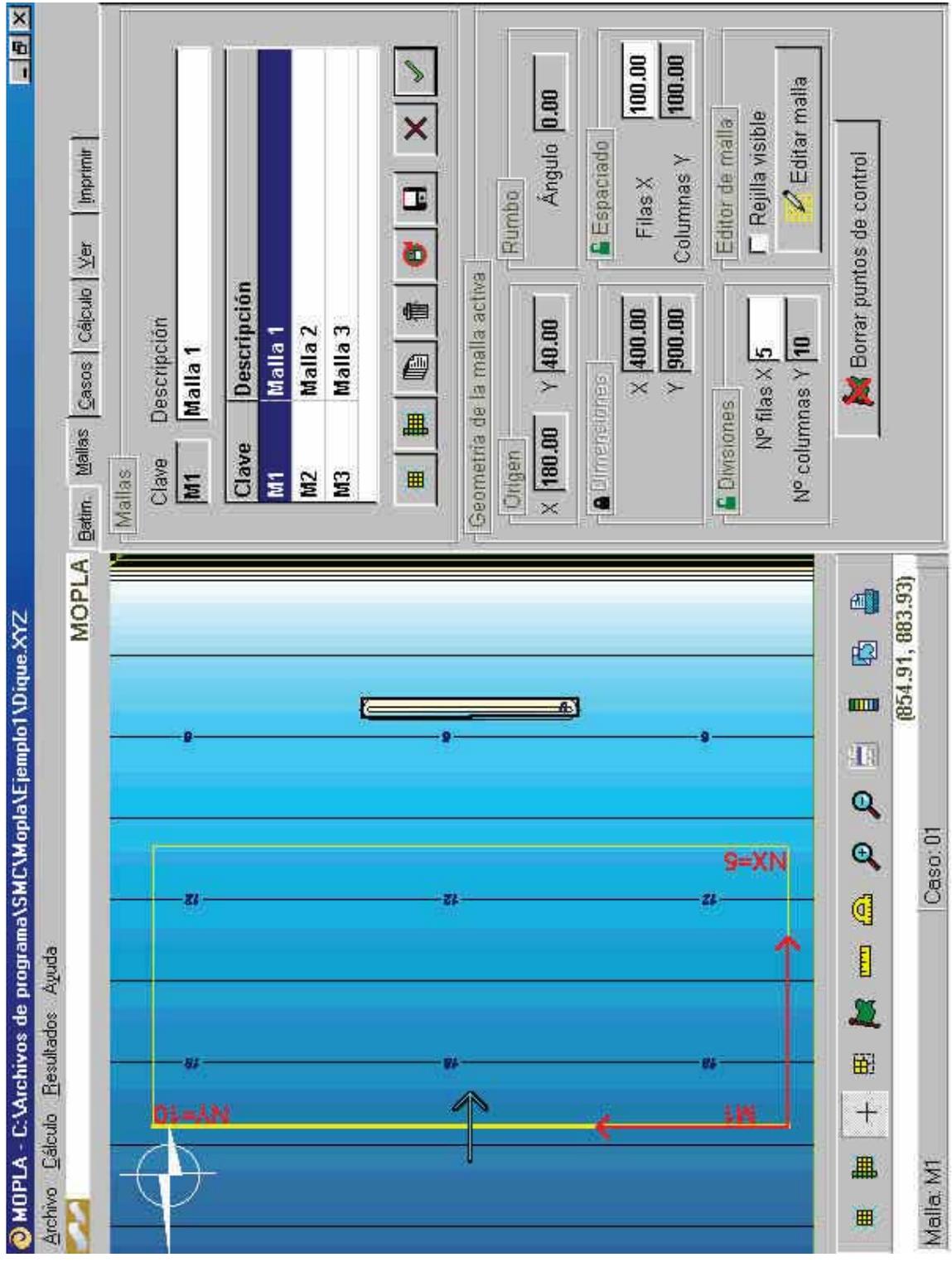


Figura 4.3. Página de *Mallas*



- Botón “Crear malla”: permite crear una malla sobre la batimetría, cumple la misma función que el botón de la ventana *Gráfica*.
  - Botón “Crear malla encadenada”: crea una malla encadenada, es el mismo botón de la ventana *Gráfica*.
  - Botón “Copiar malla”: crea una copia de la malla activa.
  - Botón “Borrar malla”: borra una malla de la lista.
  - Botón “Recuperar datos de disco”: recupera del disco la configuración de una malla a partir de la última vez que se grabó.
  - Botón “Grabar en disco”: graba los datos de la malla activa en disco.
  - Botón “Cancelar cambios”: recupera de la memoria RAM, la última configuración validada.
  - Botón “Confirmar cambios”: valida los cambios en memoria RAM (no graba en disco).
- Más abajo de los botones se encuentra la información “Geométrica de la malla activa”. Esta parte consiste en una serie de recuadros con encabezamiento y que contienen campos numéricos editables como se muestra a continuación:

- **Campos de origen de la malla:**

Englobadas en este recuadro aparecen las componentes  $x$  e  $y$  del origen de la malla en el sistema de coordenadas de la batimetría. El origen de la malla define la posición de la primera fila en  $x$  y de la primera columna en  $y$ .

- **Campo de rumbo:**

Este campo muestra la dirección del eje  $x$  de la malla (en grados sexagesimales), con respecto al eje  $x$  de la batimetría (se consideran ángulos positivos en sentido contrario al de las agujas del reloj).

- **Campos de dimensiones, divisiones y espaciado:**

Son una serie de campos que están relacionados geoméricamente entre sí. Las dimensiones del eje  $x$  y el eje  $y$  de la malla en metros, el número de filas en el eje  $x$  y columnas en el eje  $y$ , el espacio en metros entre filas y entre columnas. Estas magnitudes están relacionadas de forma que para cada eje, dos parámetros cualesquiera definen la geometría de la malla. Para el eje  $x$ , el



número de filas menos uno multiplicado por el espacio entre éstas da la longitud en el eje  $x$  de la malla. Similarmente, para el eje  $y$ .

Debido a que dos de los tres parámetros anteriores definen geoméricamente la malla, el programa permite bloquear una de las magnitudes (dimensiones, divisiones o espaciado), de forma que esa magnitud se mantendrá fija; así, si se realiza un cambio en uno de los campos no bloqueados, también cambiará el otro campo no bloqueado. El campo bloqueado está representado por un botón que muestra un candado esquemático. El botón que esté pulsado marcará la dimensión bloqueada.

Por ejemplo, si están bloqueadas las dimensiones del eje  $x$  con un valor de 400 m y se introduce 9 como el valor de número de filas, aparecerá automáticamente un valor de 50 m para el espaciado entre filas. Si ahora se cambia el espaciado entre filas del eje  $x$  por 100 m, el programa automáticamente asignará un número de filas de 5, tal como se muestra en la figura 4.3.

Cuando una malla activa tiene otra(s) malla(s) encadenada(s), en ésta no se podrán realizar cambios en las dimensiones del eje  $y$  y del eje  $x$  (si tiene mallas anidadas en la primera y última fila), tampoco en el origen, el rumbo y el número de columnas. Esto es así porque cualquier cambio en alguna de estas magnitudes afectaría a las demás mallas encadenadas a ésta. Si la malla está encadenada solo a otra superior, no podrán modificarse las dimensiones en el eje  $y$ , el rumbo, el origen y las columnas. No obstante, sus dimensiones en el eje  $x$  estarán libres de ser modificadas.

- **“Editor de Malla”:**

En esta sección se permite visualizar la rejilla de la malla. También podemos modificar la batimetría de los nodos de la malla activa. Esto se consigue pulsando el botón “Editar malla”, en este instante la malla muestra en pantalla un gráfico con la batimetría de sus nodos, pulsando sobre uno cualquiera de estos nodos, aparece el “Editor de Mallas”, con la batimétrica del punto. El usuario puede modificar este valor y pulsar el botón “Cambiar”, esta opción se podrá repetir las veces que el usuario desee. Para terminar, pulsar el botón de la esquina superior derecha “Cambiar”. El “Editor de Mallas” se desactiva pulsando de nuevo el botón “Editar malla”.



Una vez que se modifique la malla y se haya salvado, si realizamos cualquier modificación en la malla y salvamos de nuevo, perderemos los cambios realizados con el “Editor de Mallas”; dicho de otra forma, recuperamos la malla original a partir de la triangulación con los puntos de la batimetría.

- **Borrar puntos de control:**

En la parte inferior de la página hay un botón con el rótulo “Borrar puntos de control”. Como se verá más adelante, es posible asociar a una malla dada puntos de control. Estos puntos de control son de utilidad para el cálculo de las corrientes por rotura del oleaje, dado que permiten ver la evolución de las velocidades y elevación del nivel medio del mar en el tiempo. En caso que se deseen eliminar los puntos de control existentes de una malla; se utiliza este botón.

- **Información sobre la malla anterior:**

Justo debajo del botón “Borrar puntos de control”, hay una línea de texto que informa sobre la malla anterior a la activa en el caso de que ésta sea una malla encadenada, es decir, la malla a partir de la cual se creó la malla actual.

#### **4.8 Página de *Casos*:**

La página de *Casos* (figura 4.4) permite crear, editar o simplemente consultar casos.

Como ya se dijo anteriormente, un **caso** se define a partir de una malla simple o una serie de mallas encadenadas. Asociadas a estas mallas, se tienen casos de oleaje definidos en la malla simple o en la primera malla de un encadenamiento. A partir de este momento, el usuario tiene la opción de asociar un caso de corrientes y transporte de sedimentos (evolución de la playa) a la última malla de un encadenamiento o sobre una malla simple.



En la parte superior de la página de *Casos*, aparece una lista, la cual funciona de forma similar a la lista de la página de *Mallas*. En esta lista aparecen los casos que han sido generados y guardados en disco. Aquellos casos con una onda azul (en la columna de clave, ver figura 4.4) se asocian a un oleaje monocromático. Por otro lado, los casos con un espectro en color rojo, se asocian al oleaje espectral. Pulsando con el botón derecho del ratón sobre la lista, aparece en pantalla un menú contextual, donde se puede accionar los botones bajo la lista, y también las siguientes tres opciones:

- **Calcular ahora:** calcula el **caso** que se encuentra activo, esto también puede hacerse desde la página de *Cálculo* como se verá más adelante.
- **Actualizar ficheros:** es una forma de ejecutar casos en plataformas más rápidas y luego traer los resultados al Mopla (en un PC), para visualizarlos e imprimirlos. Esta es una opción para usuarios avanzados. Aquellos usuarios que disponen de los códigos de los modelos (Oluca, Copla y Eros), ejecutado en plataformas más rápidas que el propio PC, donde está instalado el Mopla, podrán: (1) crear los archivos de entrada a los modelos en PC donde está el Mopla; (2) luego ejecutar los programas en la otra plataforma; (3) recuperar los archivos de salida y copiarlos en el directorio de trabajo en el PC (donde tenemos el Mopla), finalmente, activar la opción “Actualizar ficheros”, con lo cual, podemos utilizar el Mopla para visualizar e imprimir resultados.
- **Enviar a la Cola de cálculo:** incluye el caso activo en la **Cola de cálculo** (página de *Cálculo*) de forma que puede ejecutarse más adelante.

Los botones que hay bajo la lista de encadenamientos son, en orden de izquierda a derecha:

- Botón “Crear caso”.
- Botón “Copiar caso”.
- Botón “Borrar caso”.
- Botón “Recuperar datos de disco”.
- Botón “Grabar caso”.

A continuación se describirá el proceso para crear un **caso**, donde se describen las supáginas de *Mallas* y *Dinámica*. El funcionamiento de los botones no



empleados durante este proceso es similar al descrito anteriormente, en la página de mallas.

Una descripción detallada de los editores que controlan los parámetros de ondas, espectros, corrientes y transporte, se presentan en el Anejo I.

### ***Cómo crear un caso***

Para crear un nuevo **caso** pulsar el botón “Crear caso” (primero bajo la lista), en este momento aparece en pantalla el “Editor de Nuevo Caso” (ver la figura 4.4). En la parte superior de este editor, el usuario define el nombre del caso dando dos caracteres (por defecto aparece una numeración secuencial de casos). En la parte izquierda hay dos botones para seleccionar el tipo de propagación (una onda monocromática o un oleaje espectral), pulsar uno de estos dos botones. A continuación, seleccionar una de las posibles mallas que se han generado (para mallas encadenadas sólo aparece la malla exterior). Finalmente, pulsar el botón “Aceptar”.

En la parte inferior de la página de *Casos* se pueden ver dos subpáginas rotuladas: *Mallas* y *Dinámica*. En la primera aparece la información de las mallas que componen el encadenamiento, en la segunda, se definen los parámetros morfodinámicos del **caso**.

### ***Subpágina de Mallas***

En esta subpágina se encuentra la información geométrica del encadenamiento, es decir, las mallas que lo conforman.

En la parte superior de la subpágina de *Mallas* hay una lista que muestra las mallas que conforman el encadenamiento, están de acuerdo al orden del anidamiento, siendo la última la de detalle. Esta lista es únicamente informativa y sus filas no pueden ser seleccionadas.

Justo debajo hay otra lista, ésta contiene todas las mallas que han sido creadas como encadenadas de la última malla del encadenamiento. Estas mallas son, precisamente, las mallas que podrían continuar el encadenamiento (ver figura 4.4).

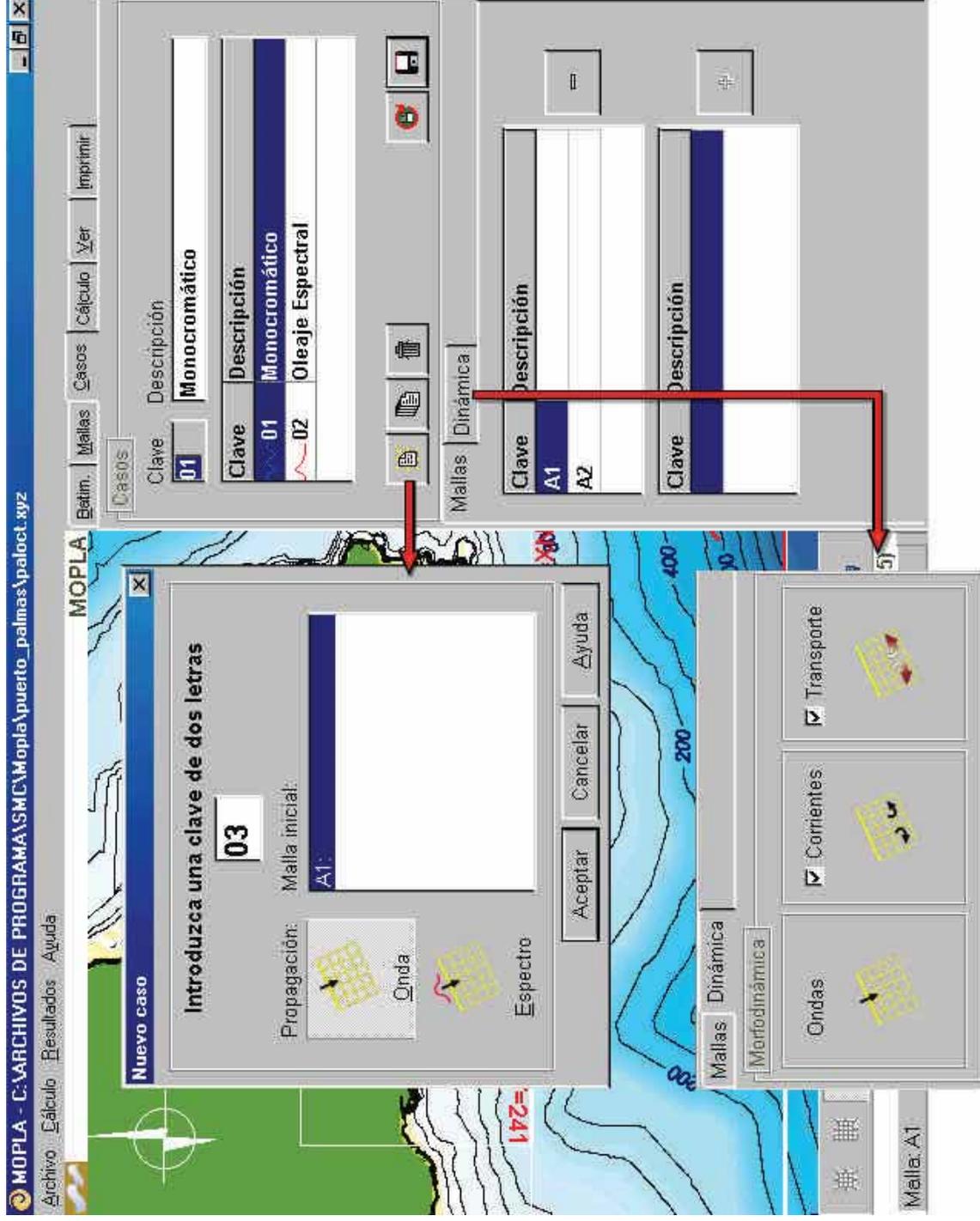


Figura 4.4. Página de Casos



A la derecha de estas dos listas hay dos botones; el botón de “Añadir malla” rotulado con un signo más y el botón de “Quitar malla” que muestra un signo menos:

- **Botón Añadir malla “+”:** este botón añade la malla seleccionada de la lista inferior al encadenamiento. Al hacer esto, la malla aparecerá en último lugar en la lista de mallas que componen el encadenamiento.
- **Botón Quitar malla “-”:** al pulsar este botón se eliminará del encadenamiento la malla que ocupa el último lugar.

### *Subpágina de Dinámica:*

Esta subpágina contiene la información morfodinámica del **caso** que se desea estudiar. En la figura 4.4 aparecen tres botones: “Ondas”, “Corrientes” y “Transporte”.

El primer botón “Ondas” muestra en pantalla el “Editor de Ondas” (si seleccionamos una onda monocromática) o el “Editor de Espectros” (si nuestro oleaje es espectral), esto nos permite definir un caso de oleaje.

El botón siguiente de “Corrientes” permite, al ser seleccionado, definir los parámetros del caso de corrientes en la malla de detalle o malla simple, a continuación aparece en pantalla el “Editor de Corrientes”.

Finalmente, el último botón de “Transporte” solo lo podremos seleccionar si tenemos previamente seleccionado el caso de corrientes. Cuando pulsamos este botón, aparece el “Editor de Transporte”, donde definimos el caso de transporte.

La descripción detallada de todos estos editores se recoge en el Anejo I de este documento.

Una vez se ha generado el **caso**, pulsamos el botón “Grabar caso” con el dibujo de un disco. Inmediatamente, aparecerá en la lista el **caso** generado.



## 4.9 Página de *Cálculo*

Esta página nos permite ejecutar **casos** de forma automática.

### *Cola de cálculo*

El primer elemento de la página es la **Cola de cálculo**. Ésta es una lista en la cual se pueden introducir varios **casos**. Las operaciones sobre la **Cola de cálculo** se controlan con los botones que se encuentran bajo ella (ver figura 4.5), los cuales se describen a continuación:

- **Botón “Calcular”**: este botón permite ejecutar de forma secuencial, todos los **casos** que están en la lista.
- **Botón “Añadir”**: al pulsar este botón aparece el diálogo de *Añadir cálculo*, este diálogo permite elegir un **caso** que será añadido a la **Cola de cálculo**.
- **Botón “Borrar”**: borra de la **Cola de cálculo** el **caso** seleccionado.
- **Botón “Limpiar”**: borra todos los **casos** de la **Cola de cálculo**.

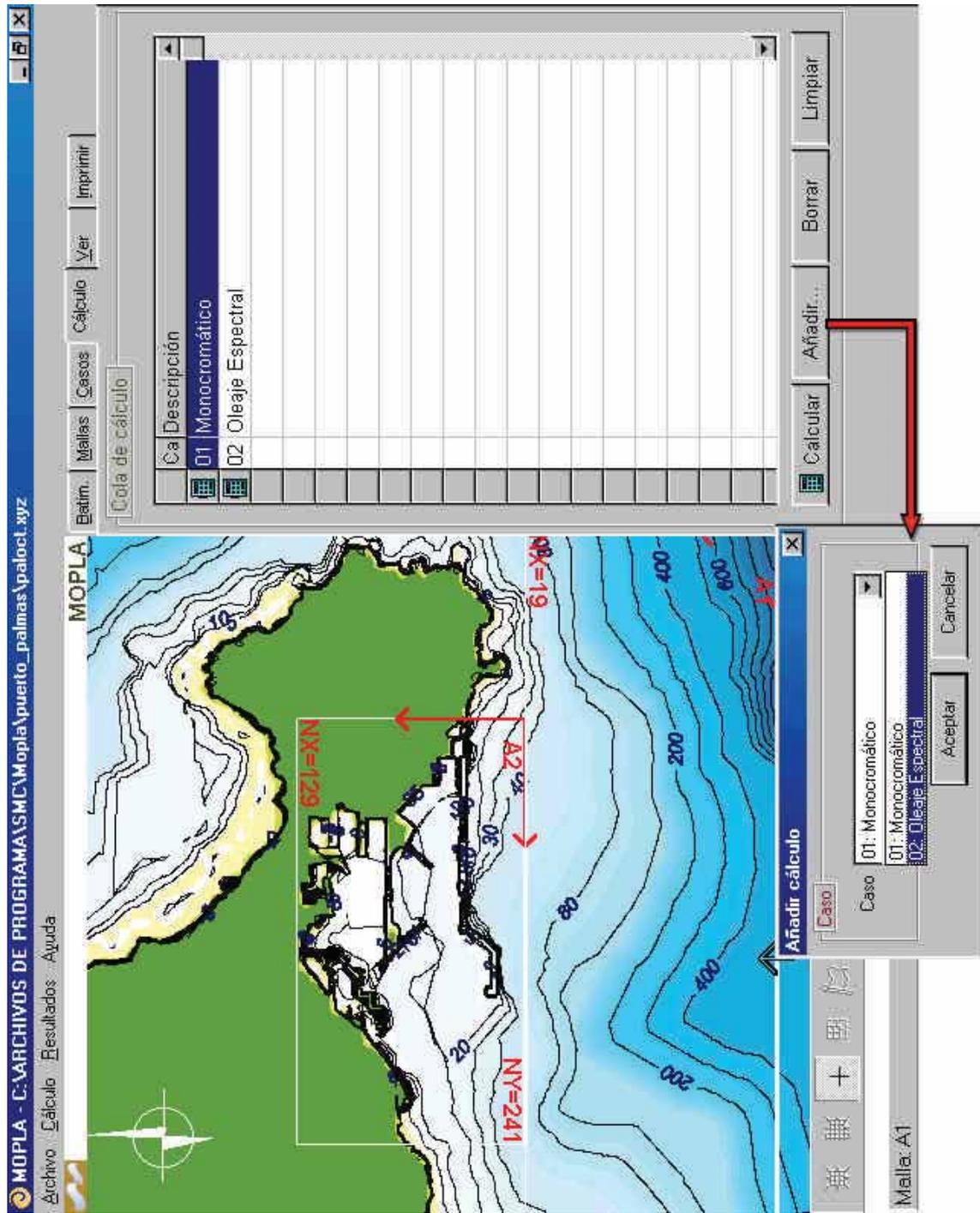


Figura 4.5. Página de Cálculo



## 4.10 Página de Ver

En esta página se pueden ver los resultados de las propagaciones de oleaje (monocromático o espectral), las corrientes en playas y el transporte de sedimentos (erosión/sedimentación y evolución de la playa). Por otro lado, permite al usuario editar los gráficos a su propio gusto para luego imprimirlos.

En esta sección no se mostrarán gráficos de resultados, debido a que en el capítulo 5 donde están los tutores de ejemplo, aparecen todos los posibles gráficos que se pueden generar en esta página. Por otro lado, para facilitar la lectura de esta sección, la descripción detallada de diálogos y ventanas se recoge en el Anejo III de este documento.

A continuación describimos las partes que componen esta página:

- **Elemento a ver:**  
En esta sección seleccionamos el **caso** y la malla de la cual queremos ver resultados (ver la figura 4.6).
- **Topografía:**  
La topografía a partir de la malla de resultados se puede representar en dos tipos de gráficos: **Topografía 2D**, el cual es un gráfico de cotas en el plano (x, y). La segunda opción es, **Topografía 3D**, el cual es una perspectiva isométrica en (x, y, z). Cuando pulsamos estos botones, aparece en pantalla el diálogo de *Opciones del gráfico* el cual nos permite configurar el gráfico (rangos de isolíneas, escala de colores, rango espacial, etc...) este diálogo se explica en detalle en el Anejo III.

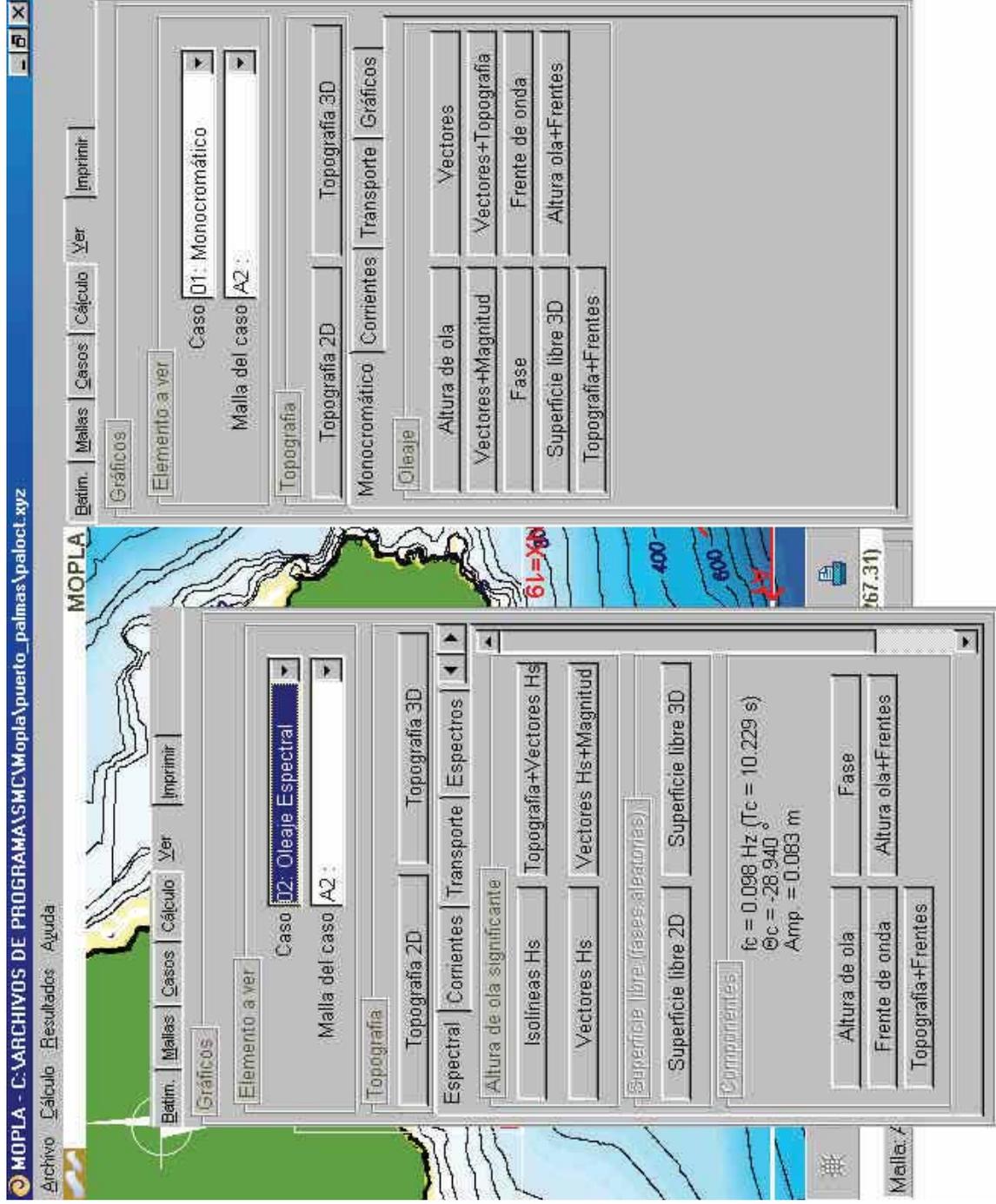


Figura 4.6. Página de *Ver* resultados de oleaje monocromático y espectral



### **Subpágina *Monocromático*:**

Cuando hemos seleccionado un **caso** de oleaje monocromático (una onda en la página de *Casos*), podemos representar los resultados de la propagación del modelo Oluca-MC, mediante los siguientes gráficos (ver figura 4.6):

**Altura de ola:** gráfico de isoalturas de ola. Representa las curvas que unen los puntos con igual altura de ola máxima del caso ejecutado.

**Vectores:** es una representación vectorial de la dirección y la altura de ola en cada nodo; la dirección del vector representa la dirección del frente de la onda en el nodo, y la magnitud del vector la altura de ola máxima.

Las representaciones vectoriales es mejor hacerlas en gráficos sin zoom, dado que en el zoom las subdivisiones no son espaciadas regularmente.

**Vectores+Magnitud:** es el mismo gráfico de **vectores** pero incluye un fondo en escala de colores, el cual representa la magnitud del vector.

**Vectores+Topografía:** superpone vectores de ola con la topografía 2D.

**Fase:** gráfico de isofases, curvas que unen los puntos de igual fase.

**Frente de onda:** curvas que muestran los frentes de onda (pasos por cero de la onda según el nivel de referencia), en el dominio de la malla.

**Superficie libre 3D:** valor instantáneo de la superficie libre en cada punto.

**Altura de ola+Frentes:** ambos gráficos superpuestos.

**Topografía+Frentes:** ambos gráficos superpuestos.

### **Subpágina *Espectral*:**

Esta subpágina aparece cuando tenemos seleccionado un **caso** de oleaje espectral (ver figura 4.6). Los gráficos de resultados de la propagación de espectros con el programa Oluca-SP son:



**Isolíneas  $H_s$ :** gráfico de isoalturas de ola significativa.

**Topografía+Vectores  $H_s$ :** la combinación del gráfico de la topografía con la representación vectorial de las alturas de ola significativa.

**Vectores  $H_s$ :** vectores de altura de ola significativa. El concepto de vector es el mismo que se ha descrito en la sección anterior.

**Vectores  $H_s$ +Magnitud:** la misma representación de **vectores+magnitud**, pero con la altura de ola significativa.

**Superficie libre 2D:** representación de la superficie libre del oleaje espectral (irregular), en el plano (x, y).

**Superficie libre 3D:** la misma representación anterior, pero con una perspectiva isométrica (x, y, z).

La subpágina de *Espectro*, también permite visualizar los resultados de una componente espectral, seleccionada en la página de *Casos*, aunque ésta no es una onda como tal, es la representación de una componente de energía del espectro en términos de una altura de ola, dirección y período (en la subpágina aparecen los parámetros de la componente en el contorno inicial). Los gráficos son simplemente orientativos para ayudar al usuario a visualizar cómo se propagaría una sola componente. Los gráficos que podemos ver son: **altura de ola, fase, frente de onda, altura de ola+frentes y topografía+frentes**, los cuales se describieron en la sección anterior.

### ***Subpágina de Corrientes:***

Esta página es la misma para oleajes monocromáticos o espectrales, (ver figura 4.7) los gráficos de resultados que podemos visualizar son:

**Vectores corriente:** éste genera gráficos con el campo de vectores de las corrientes (la longitud del vector es su magnitud y la dirección del vector es la dirección de la corriente).

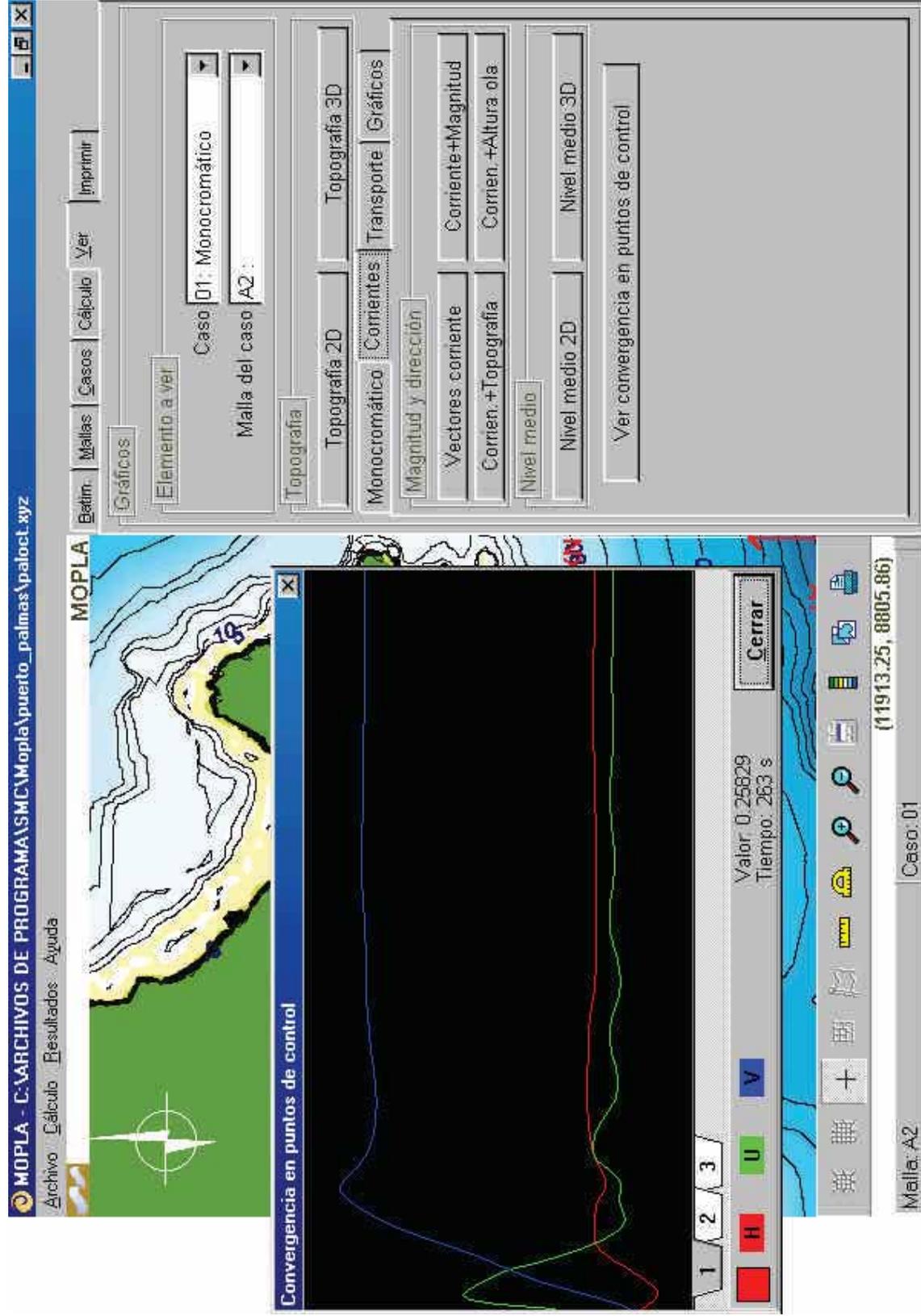


Figura 4.7. Página de Ver, resultados de corrientes en playas



**Corriente+Magnitud:** es el mismo gráfico anterior, incluyendo un fondo de colores con la escala de magnitudes

**Corriente+Topografía:** superpone los vectores de corriente con la topografía 2D.

**Corriente+Altura de ola:** combina las corrientes con las alturas de ola propagadas. (En el espectral con la altura de ola significativa).

**Nivel medio 2D:** muestra la variación en el nivel medio producida por las corrientes.

**Nivel medio 3D:** muestra la variación en el nivel medio en una perspectiva isométrica (x, y, z).

**Ver convergencia en puntos de control:** Cuando se ha seleccionado una malla la cual tiene asociados unos puntos de control, si se pulsa el botón **convergencia de puntos de control**, aparece una pantalla con la evolución en el tiempo de los parámetros de corrientes: nivel medio del mar (línea roja), la velocidad U en el eje X (línea verde) y la velocidad V en el eje Y (color azul). Estas curvas aparecen para cada uno de los puntos de control en la malla (ver la figura 4.7).

La selección de cada uno de los puntos de control, se hace mediante la presión del correspondiente botón numerado, el cual tiene asociado un color que se muestra en el rectángulo en la esquina inferior izquierda y que corresponde al color y número en la pantalla gráfica de la batimetría.

En estas gráficas se determina si el tiempo de duración que se ha dado en el Copla ha sido el suficiente para conseguir un equilibrio en las corrientes (cuando U, V y  $\zeta$  consiguen estabilizarse variando muy poco en el tiempo).

### ***Supágina de Transporte:***

En esta página (ver figura 4.8) se visualizan los gráficos de resultados del programa Eros. Existen dos tipos de resultados: modo ESI (Erosión Sedimentación Inicial), en el cual la playa no ha evolucionado y simplemente se muestra el

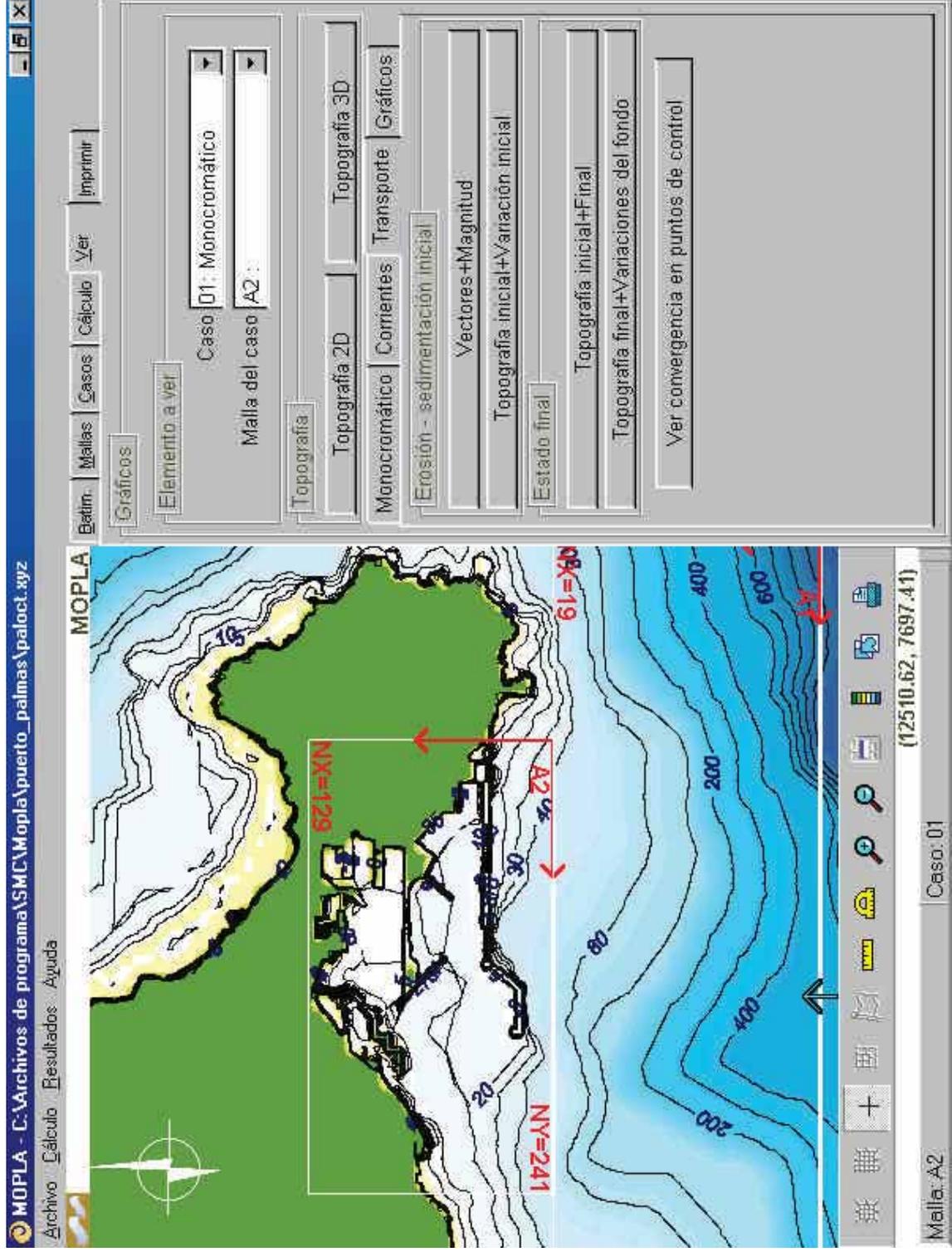


Figura 4.8. Página de Ver, resultados de transporte de sedimentos



transporte potencial debido al campo inicial de oleaje y corrientes. Los gráficos que se obtienen en esta opción son:

**Vectores+Magnitud:** muestra una representación vectorial del transporte potencial ( $\text{m}^3/\text{hora}/\text{ml}$ ) en la playa, debido al oleaje y corrientes iniciales.

**Topografía inicial+Variación inicial:** aparecen la topografía inicial de la playa, junto a la tasa temporal inicial de variación del fondo ( $\text{m}/\text{hora}$ ), estimada a partir del transporte potencial.

La segunda opción de gráficos, es el modo MEM (Modo de Evolución Morfodinámica), donde el fondo va evolucionando en el tiempo, modificando el oleaje y las corrientes y, éstas a su vez, de nuevo modificando la batimetría. Existen dos tipos de gráficos:

**Topografía inicial+Final:** en este gráfico se representa la batimetría del inicio y la final después de la evolución en el tiempo.

**Topografía final+Variaciones del fondo:** en este gráfico aparece en isolíneas la batimetría final, y en escala de colores, la variación de la batimetría en (metros), con respecto a la situación de inicio.

Finalmente, aparece el botón “**Ver convergencia en puntos de control**”: este es similar al que se describió en la página de *Corrientes*, su diferencia radica en que en este gráfico aparece la evolución del modelo de corrientes, en cada intervalo de tiempo en el que se ejecuta. En este gráfico no interesa la tendencia general de la curva, si no que converja en cada intervalo de tiempo cuando se ejecuta el Copla.

### ***Subpágina de Espectros:***

Esta subpágina sólo es visible cuando se ha seleccionado un **caso** con un oleaje espectral, donde además, se han seleccionado espectros de salida en distintos puntos de la malla. Esta subpágina nos permite visualizar los espectros en distintos puntos de la malla, junto con el espectro inicial.



Inicialmente, aparece una lista con los puntos en coordenadas (i, j) de la malla, los cuales fueron elegidos en la página de *Casos* (ver la figura 4.9). En esta lista se pueden seleccionar los espectros que se desean visualizar en un mismo gráfico, y a continuación, se da la opción de incluir el espectro inicial.

Los botones que permiten visualizar los espectros son:

**Espectro frecuencial:** permite visualizar solo el espectro frecuencial de los puntos elegidos.

**Espectro bidimensional 2D:** permite visualizar el espectro frecuencial y direccional visto en planta.

**Espectro bidimensional 3D:** permite una perspectiva isométrica del espectro bidimensional.

### ***Subpágina de Gráficos:***

En esta subpágina aparece una lista (no editable) de todos los gráficos de cada malla, para los cuales hemos guardado su configuración de dibujo (intervalos de isolíneas, escalas de colores, rangos del dibujo, etc...).

Esta es una opción muy útil, ya que permite en la siguiente página de *Imprimir*, asociar a los gráficos de una malla simple o mallas de encadenamiento, la configuración de otros **casos** de una forma automática. Esto quiere decir que, sólo configurando los gráficos de algunos **casos**, podemos copiar esta configuración en otros **casos**, facilitando la impresión masiva de resultados.

El usuario guarda las opciones de dibujo cada vez que accede y configura un gráfico en las subpáginas anteriores. Esto se consigue, primero, pulsando el correspondiente botón del gráfico, acción la cual aparece en pantalla en el diálogo de *Opciones del gráfico* (ver Anejo III), donde el usuario puede configurar el dibujo que desea; y segundo, pulsando el botón “Aceptar”, con lo cual aparece el gráfico en el *Visor de gráfico* (ver la descripción del visor en el Anejo III). En este visor es donde existe la opción “guardar formato del gráfico”, cada vez que se pulsa este botón se incluye el correspondiente gráfico en la lista de la subpágina “gráficos”.

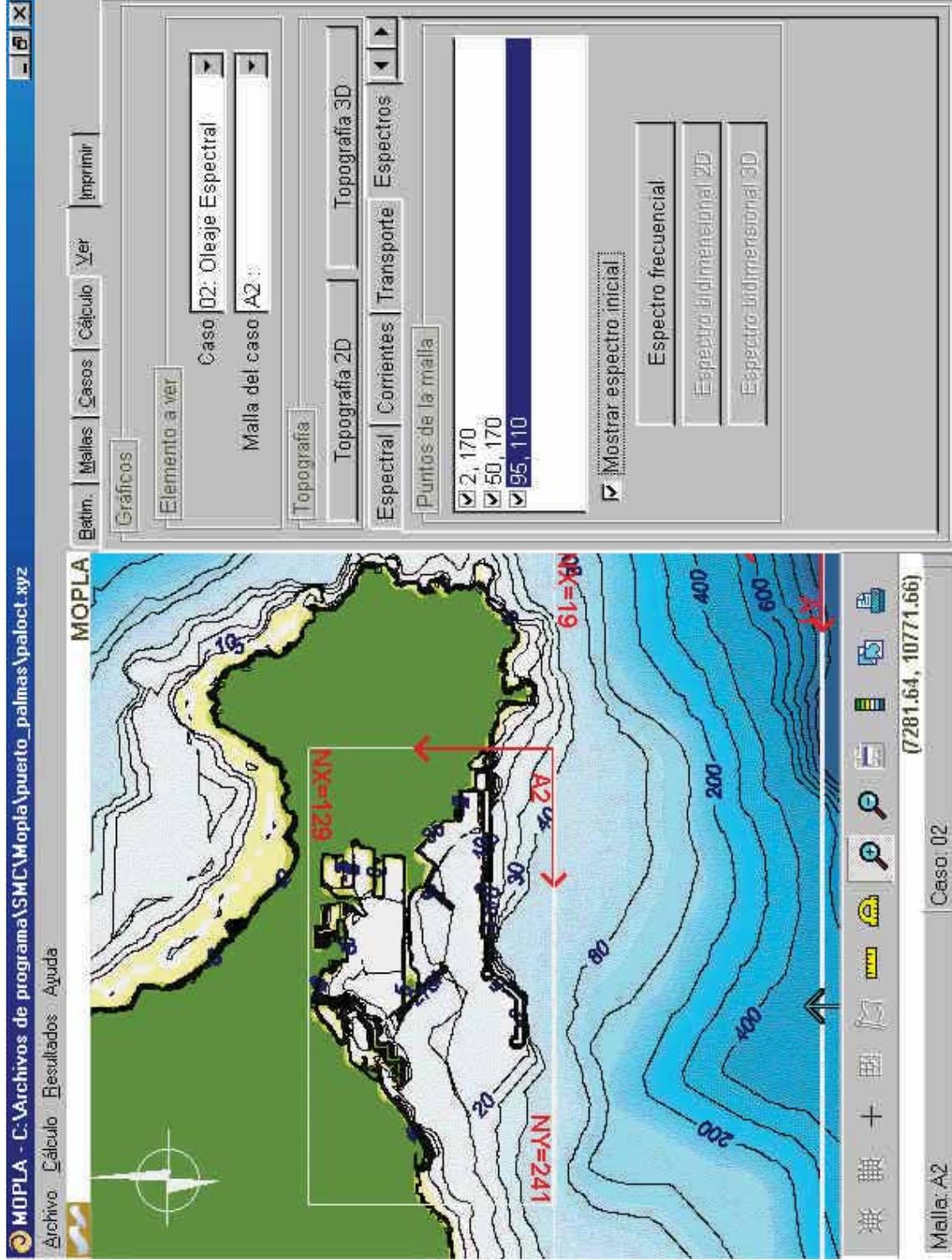


Figura 4.9. Página de Ver, resultados de espectros en puntos de la malla



## 4.11 Página *Imprimir*

Esta página permite imprimir los resultados de todos los **casos** ejecutados.

Inicialmente, aparece una lista o “Cola de impresión” con los **casos** que se desea imprimir, donde se indica: el número del **caso**; la malla (la malla exterior en un caso encadenado); los formatos de dibujo asociados a un **caso**; y finalmente, el número de gráficos que se van a imprimir (ver figura 4.10).

Bajo esta lista aparece una serie de botones, los cuales controlan su operación, esos botones son:

- **Botón “Añadir”**: esta opción permite seleccionar una malla de un determinado **caso**, donde es posible elegir el tipo de gráficos a imprimir, y el formato de dibujo asociado a un **caso**. Ver una descripción detallada del diálogo *Añadir* a la “Cola de cálculo” en el Anejo III.
- **Botón “Copiar”**: esta opción nos permite copiar la configuración o formato de impresión de un **caso** seleccionado de la lista a otro caso cualquiera. Una vez que hemos seleccionado un caso de la lista, pulsamos este botón, con ello aparece en pantalla el diálogo *Añadir* con la configuración del caso que se va a copiar, sobre éste el usuario podrá cambiar el **caso** y los parámetros que considere necesarios.
- **Botón “Borrar”**: este botón permite eliminar un **caso** de la “Cola de impresión”.
- **Botón “Limpiar”**: elimina todos los **casos** de la lista de impresión.
- **Botón “Imprimir”**: va imprimiendo, uno a uno, los gráficos de la lista. La impresora que utiliza es la que se encuentra definida por defecto en el Surfer, en ese instante.
- **Botón “Surfer”**: genera todos los gráficos en el Surfer, para que el usuario los imprima o modifique manualmente.

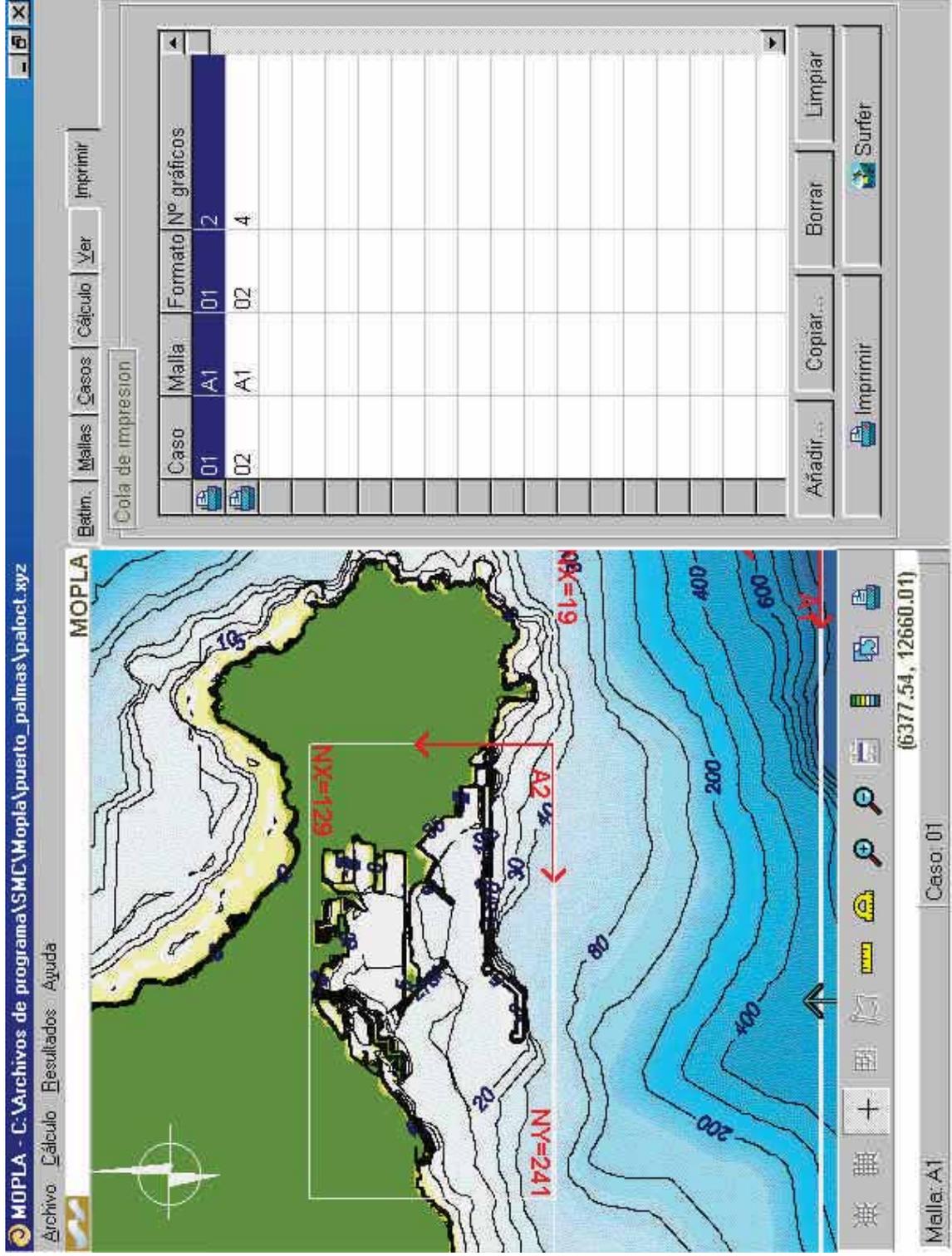


Figura 4.10. Página de Imprimir



## 5. APLICACIÓN DEL MOPLA (TUTOR DE CASOS DE EJEMPLO)

### 5.1 Introducción

En esta sección se va a poner en práctica los conocimientos adquiridos tras la lectura de los anteriores apartados. Con este fin se han preparado dos tutores de casos de ejemplos. El primero de ellos consiste en propagar un oleaje monocromático sobre una geometría sencilla, un dique exento en una playa con batimetría recta y paralela. El segundo caso tiene como fin aplicar el oleaje espectral, el cual se va a propagar en una playa real, en la playa de Plencia-Gorliz.

En ambos casos se van a obtener resultados de la dinámica, corrientes y transporte de sedimentos.

### 5.2 Tutor caso 1: ejemplo dique exento (oleaje monocromático)

#### ¿Qué puede usted aprender en este tutor?

En esta sección se describirá paso a paso cómo plantear y resolver un caso, bien sea simple o encadenado, sometido a oleaje monocromático. Tras seguir este tutor, usted tendrá los conocimientos necesarios para un manejo del programa cuando se necesite propagar oleaje monocromático, que le permitirá:

- Usar el sistema de menús
- Leer los archivos de entrada (batimetría y costa).
- Generar mallas (sencillas y encadenadas).
- Crear **casos** sencillos y **casos** encadenados.
- Realizar los cálculos de un **caso**, a partir de propagar un oleaje monocromático, a continuación, las corrientes por rotura, y finalmente, el transporte de sedimentos y evolución del fondo costero.
- Ejecutar **casos** en la cola de cálculo.
- Visualizar los resultados.
- Finalmente, imprimir gráficos.



### 1. Abrir una batimetría:

El primer paso indispensable para comenzar a trabajar es cargar una batimetría del disco. Para ello se puede proceder de dos formas diferentes; pulsando el botón “página de batimetría|Abrir batimetría” o seleccionando la opción de menú *Archivo|Abrir batimetría*. Al hacer esto aparecerá el diálogo de *Abrir batimetría*.

Para este tutor se leerá la batimetría que se encuentra en el subdirectorio **ejemplo1**, el cual se localiza dentro del directorio en el que se instaló el programa Mopla y, que corresponde a una batimetría recta y paralela. Para ello, es necesario **situarse** en el directorio, seleccionar el fichero **Dique.xyz**, y pulsar el botón “Aceptar” (ver figura 5.1). En el directorio **ejemplo1**, aparecerán todas las mallas y casos que se van a crear en el Tutor 1. Dado que en el subdirectorio **ejemplo1** ya están creadas las mallas y casos que se describirán a continuación; este directorio solo será utilizado por el usuario para ejecutar y ver resultados. En el caso que el usuario desee seguir los pasos de los tutores, debe hacerlo llamando la batimetría **Dique.xyz**, localizada en el subdirectorio **Dique**. En este subdirectorio sólo aparece la batimetría sin ninguna malla ni **casos**.

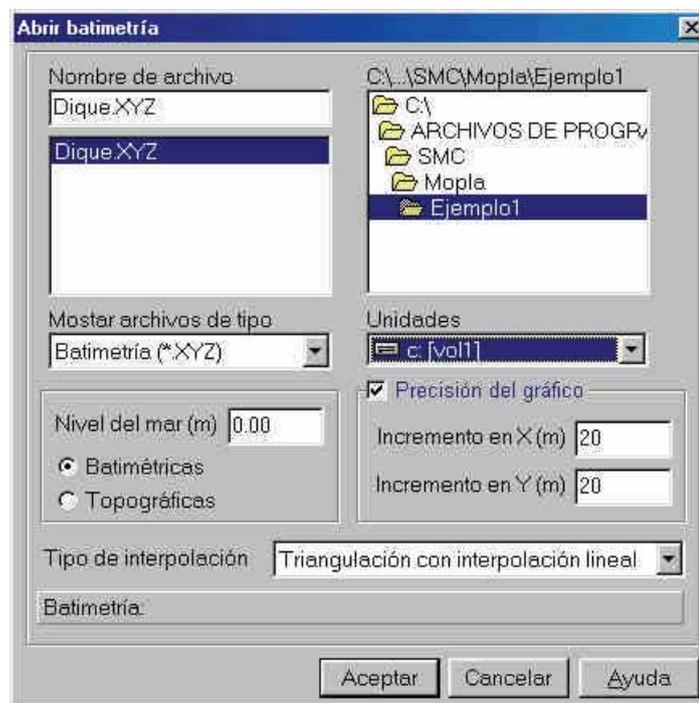


Figura 5.1



Hay que tener en cuenta que, además de un archivo de batimetría, el cual es obligatorio, puede existir un archivo de costa. Este último archivo opcional se debe denominar con el mismo nombre que el de batimetría, pero con extensión “.cos” (ver los formatos de estos archivos en el Anejo IV de este Manual).

A continuación de abrir la batimetría, el programa MOPLA ejecutará Surfer para obtener un dibujo de la misma. Este dibujo es el que aparece ahora en la ventana gráfica.

Dado el caso en el que no se está localizado en la página de *Batimetría*, moverse a ella pulsando con el ratón sobre la etiqueta *Batimetría* en la parte superior del panel principal. En la página de *Batimetría* se debe ver ahora: el directorio donde se encuentra ésta (que en este caso será el subdirectorio **ejemplo1** del directorio en el que haya instalado el programa), su nombre (**Dique.xyz**), una descripción en principio vacía y una serie de valores en los rangos numéricos. Estos valores informan de las dimensiones de la batimetría que, en este caso, va de cero a mil metros tanto en el eje *x* como en el eje *y* y una batimétrica máxima de 25.04 metros y mínima de -10.04 metros en tierra (ver figura 5.2).

Lo primero que se va a hacer es cambiar la descripción de la batimetría, para ello sitúe el puntero del ratón sobre el campo “Descripción” y pulse el botón izquierdo; aparecerá un cursor intermitente que indica que puede usted editar el texto. Escriba ahora un pequeño texto que sirva de descripción a la batimetría, por ejemplo: “Batimetría de ejemplo”. No es necesario que confirme la descripción, se grabará automáticamente en el disco al cerrar el programa o al cambiar de batimetría.

A continuación, seleccionar la opción de menú “Archivo|Editar niveles...”, dar una precisión al gráfico de 20 m para el dibujo de la batimetría, y seleccionar el método de interpolación mediante triangulación (ver figura 5.3).

Luego pulsar el botón de “Aceptar”. En este momento el programa Surfer interpola la batimetría y la muestra gráficamente en la pantalla.

Antes de cualquier acción, definir la dirección del Norte como la perpendicular a la línea de costa (270 °). Luego pulsar el botón “Fijar” (ver figura 5.4).



Figura 5.2

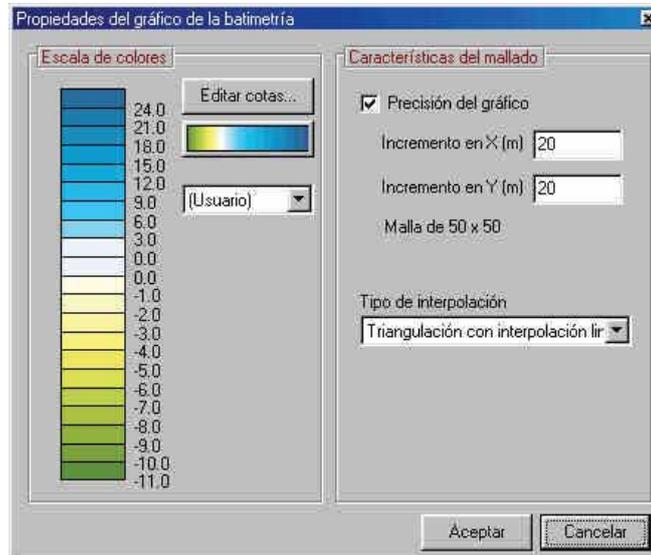


Figura 5.3



Figura 5.4



## 2. Generar mallas:

El programa de propagación efectúa las simulaciones basándose en los valores de batimetría en los puntos de una malla rectangular; por lo tanto, antes de realizar algún cálculo es necesario crear al menos una malla. Vamos a crear 3 mallas.

### • Crear la malla M1:

Como primer paso, situarse en la página de *Mallas*. Pulsar el botón de “Crear malla” o bien seleccionar la herramienta gráfica de crear mallas; esto se hace pulsando el primer botón a la izquierda de la serie de botones que se encuentra bajo la ventana gráfica. Observe que el botón se queda pulsado.

Ahora, con el puntero sobre la batimetría de la ventana gráfica, pulse el botón izquierdo del ratón y sin soltarlo mueva el puntero a otra posición, verá que una línea une ambos puntos; ahora suelte el botón y vuelva a mover el puntero a otro lado, habrá definido un rectángulo. Si ahora vuelve a pulsar el botón izquierdo del ratón (esta vez sin mantenerlo pulsado) aparecerá el diálogo de Clave. Debe introducir una clave de dos letras que defina la malla (ver figura 5.5). Introduzca la clave “M1”.



Figura 5.5

Al pulsar el botón de “Aceptar” del diálogo de clave, se puede ver (figura 5.6), como en la parte superior de la página de *Mallas*, el campo de clave se ha rellenado con la clave que se acaba de introducir; de igual forma, los campos que especifican la geometría de la malla activa reflejan los valores de la malla recién creada.



Ahora en la página de *Mallas* rellenar los siguientes campos:

- Origen:  $x = 180 \text{ m}$ ,  $y = 40 \text{ m}$ .
- Rumbo: Ángulo =  $0^\circ$ .
- Dimensiones:  $x = 400 \text{ m}$ ,  $y = 900 \text{ m}$  (fijar luego las dimensiones).
- Espaciado: filas  $x=100 \text{ m}$ , columnas  $y=100 \text{ m}$ .

Esto define una malla con 5 filas en x y 10 columnas en y. Ahora, activar la opción de “Rejilla visible”, y finalmente, introducir la descripción de la malla editándola directamente en el campo correspondiente, introduzca por ejemplo “Malla 1” (ver figura 5.6).



Figura 5.6



Una vez hecho esto, si pulsa el botón de “Grabar en disco”, el programa llamará al Surfer y acto seguido pondrá la clave y la descripción de la malla en la lista de mallas; en esta lista sólo están las mallas que están grabadas en el disco.

Observe que si se equivoca e introduce algo en un campo de edición numérico que no pueda ser interpretado como un número, el programa marcará como seleccionado el carácter que no puede entender y, no le dejará hacer otra cosa que no sea cambiar el valor o cancelar los cambios. Esto puede ser confuso en ocasiones si no se da cuenta del error cometido, porque el programa aparentemente no responderá al ratón.

- **Crear la malla M2:**

La malla M2 es una malla encadenada a la M1. Lo primero es, pulsar el botón de “Crear malla encadenada” en la página de *Mallas* o bien seleccionar la herramienta gráfica de crear mallas encadenadas; esto se hace pulsando el segundo botón a la izquierda de la serie que se encuentra bajo la ventana gráfica. Observe que el botón se queda pulsado.

Ahora, localizar el ratón sobre la batimetría de la ventana gráfica en la columna 2 de la malla M1, pulse el botón izquierdo del ratón y sin soltarlo mueva el puntero hasta la columna 9 de la malla M1 y extender la malla hasta la playa seca. En ese momento, soltar el botón y aparecerá el diálogo de Clave. Debe introducir una clave de dos letras que defina la malla (ver figura 5.7). Introduzca la clave “M2”, como nodo inicial escribir 2 y como nodo final 9. También es necesario introducir la relación de columnas entre la malla M2 y la M1. Escribir 5, de esta forma la malla de detalle queda definida con un espaciado de 20 m .

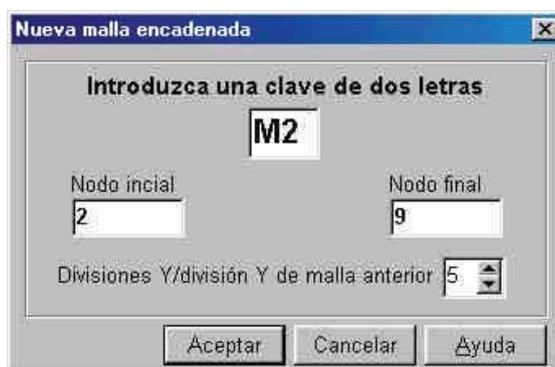


Figura 5.7



Hay que tener en cuenta que hay una serie de valores de la geometría de la malla que, por el hecho de ser encadenada, han sido fijados. Ahora se procederá a dar los valores que aún quedan libres. Introduzca los siguientes valores en sus respectivos campos:

- Dimensión en x: 400 m (luego fijar dimensiones).
- Espaciado: 20 m.

Esto tiene como resultado, una malla de 21 filas en x y 36 columnas en y, tal y como se puede observar en la figura 5.8. Luego, generar tres puntos de control de corrientes cercanos a la playa. Esto se logra pulsando el botón con una bandera bajo la batimetría, y luego tocando tres puntos de la malla detrás del dique. Finalmente, dar como descripción Malla 2 y salvar la malla pulsando el botón con el dibujo del disco.

• **Crear la malla M3:**

Esta malla se va a generar como una copia de la malla M2. Con este fin, estando seleccionada la malla M2, se debe pulsar el tercer botón “Copiar malla” bajo la lista de mallas.

Dar la clave M3 (ver figura 5.9) y pulsar aceptar. A continuación, escribir como descripción para esta malla, Malla 3. Finalmente, salvar la malla pulsando el botón con el dibujo del disco (ver figura 5.10).

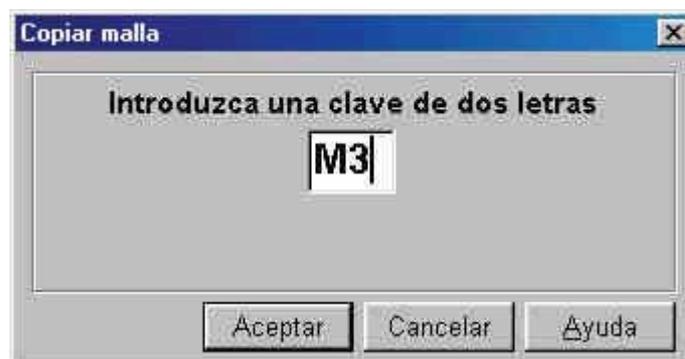


Figura 5.9

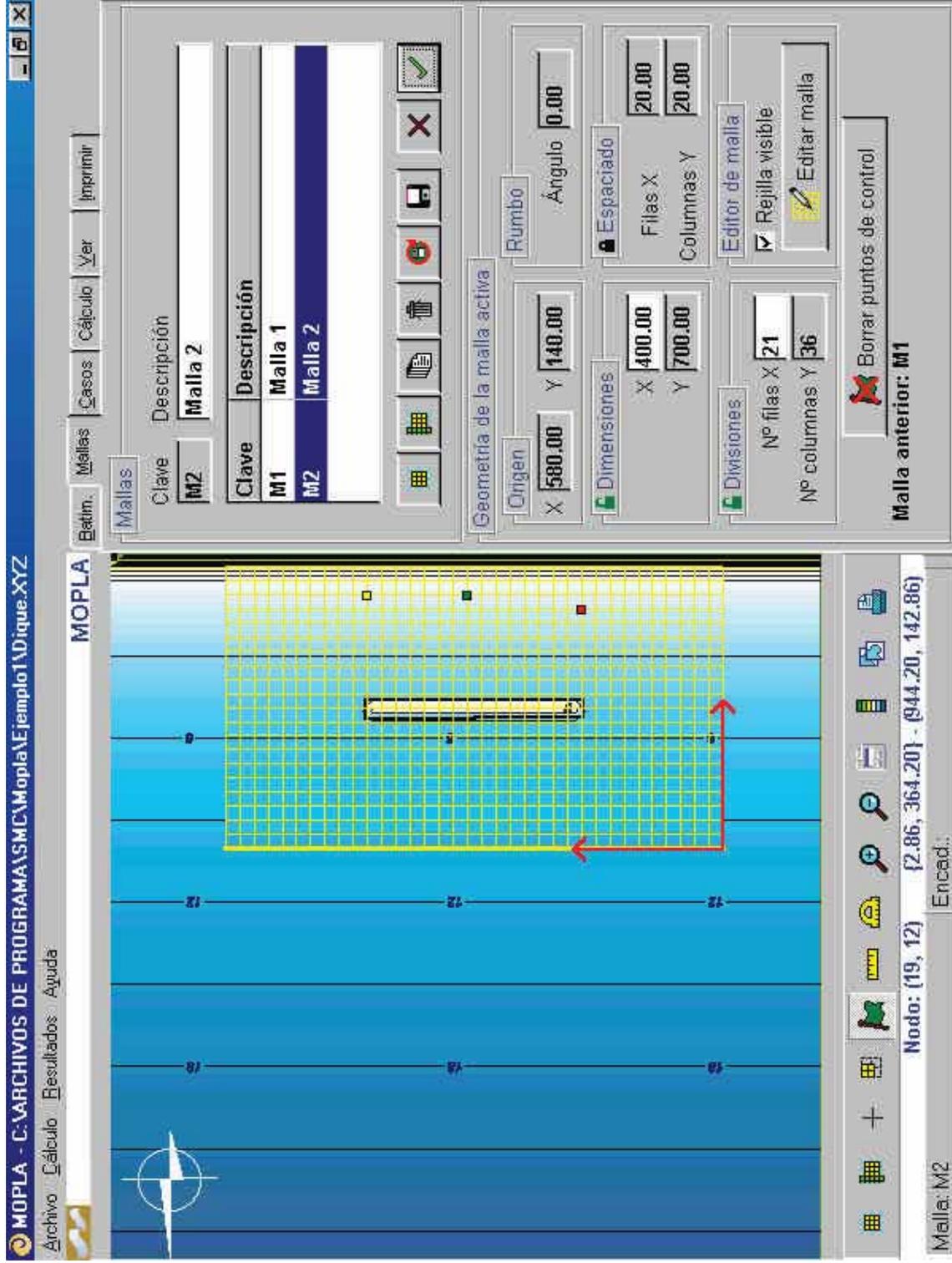


Figura 5.8

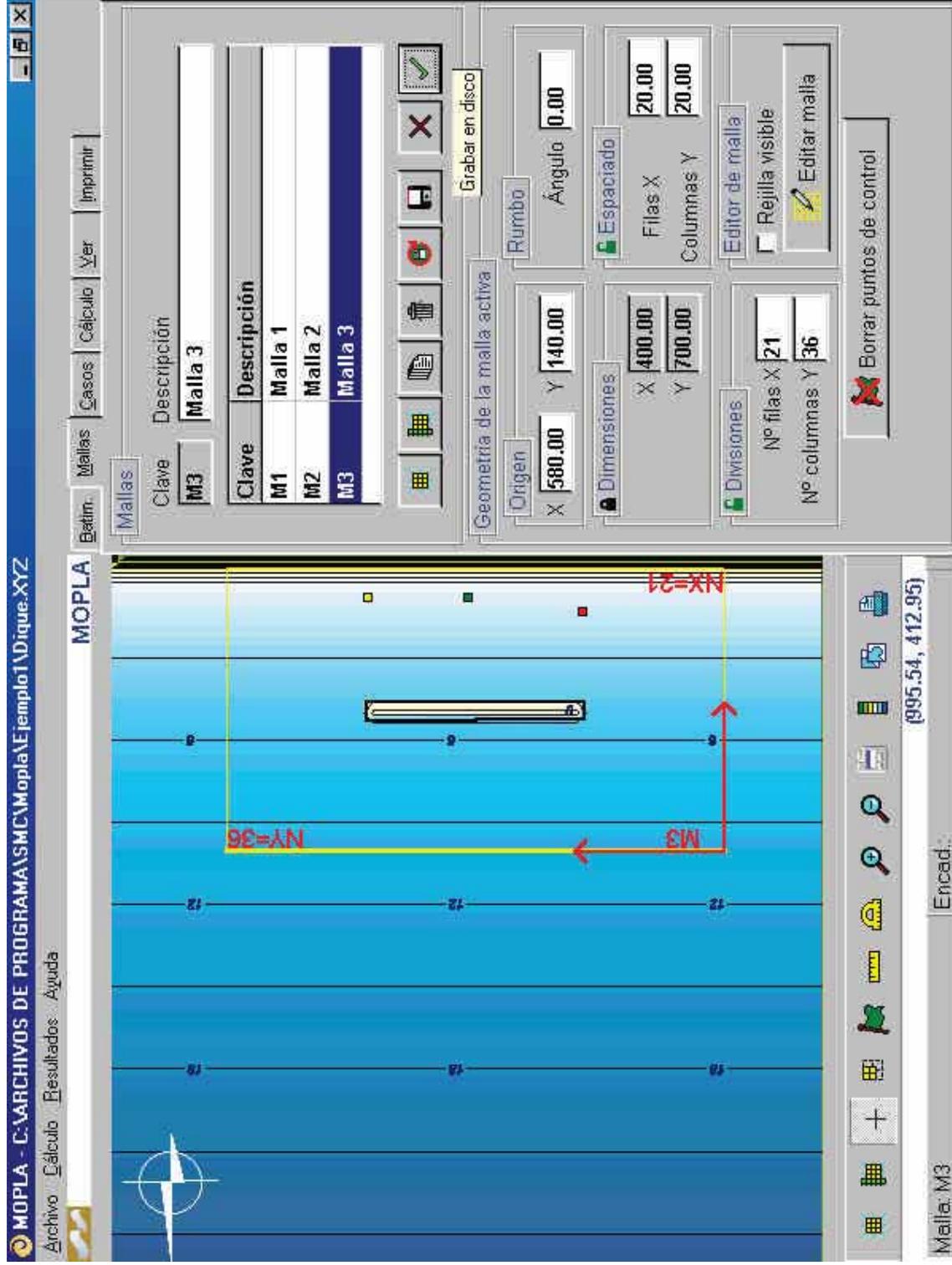


Figura 5.10



### 3. Crear casos:

El siguiente paso a realizar es crear los **casos**. Un **caso** se va a definir a partir de una malla (simple o encadenada); un caso de propagación (onda monocromática o espectro) junto con los parámetros asociados; los parámetros que definen el cálculo de corrientes por rotura; y finalmente, los parámetros que definen el transporte de sedimentos y evolución del fondo.

A continuación, vamos a generar dos **casos**.

#### • Crear caso 1:

Como primer paso, hay que ir a la página de **casos**. Pulsar el botón de “Crear un caso” (primero bajo la lista) y, a continuación, aparece el menú *Nuevo caso*, con un nombre de clave por defecto “01”. Hay que indicar cuál es la malla inicial y qué tipo de propagación se quiere llevar a cabo. Escribir como malla inicial, la M1 y como tipo de propagación, seleccionar Onda (ver figura 5.11). Finalmente, pulsar el botón “Aceptar”.



Figura 5.11

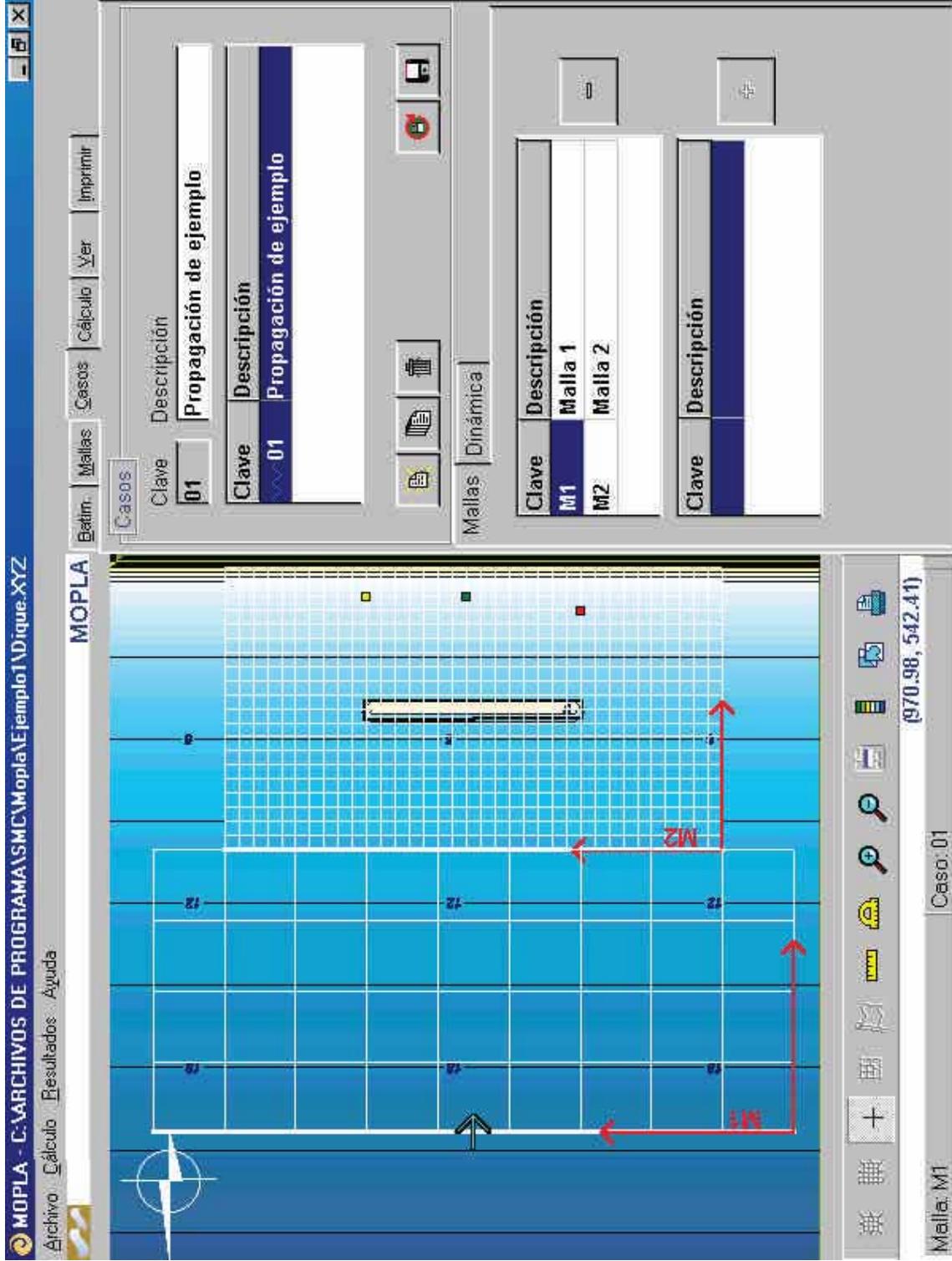


Figura 5.12

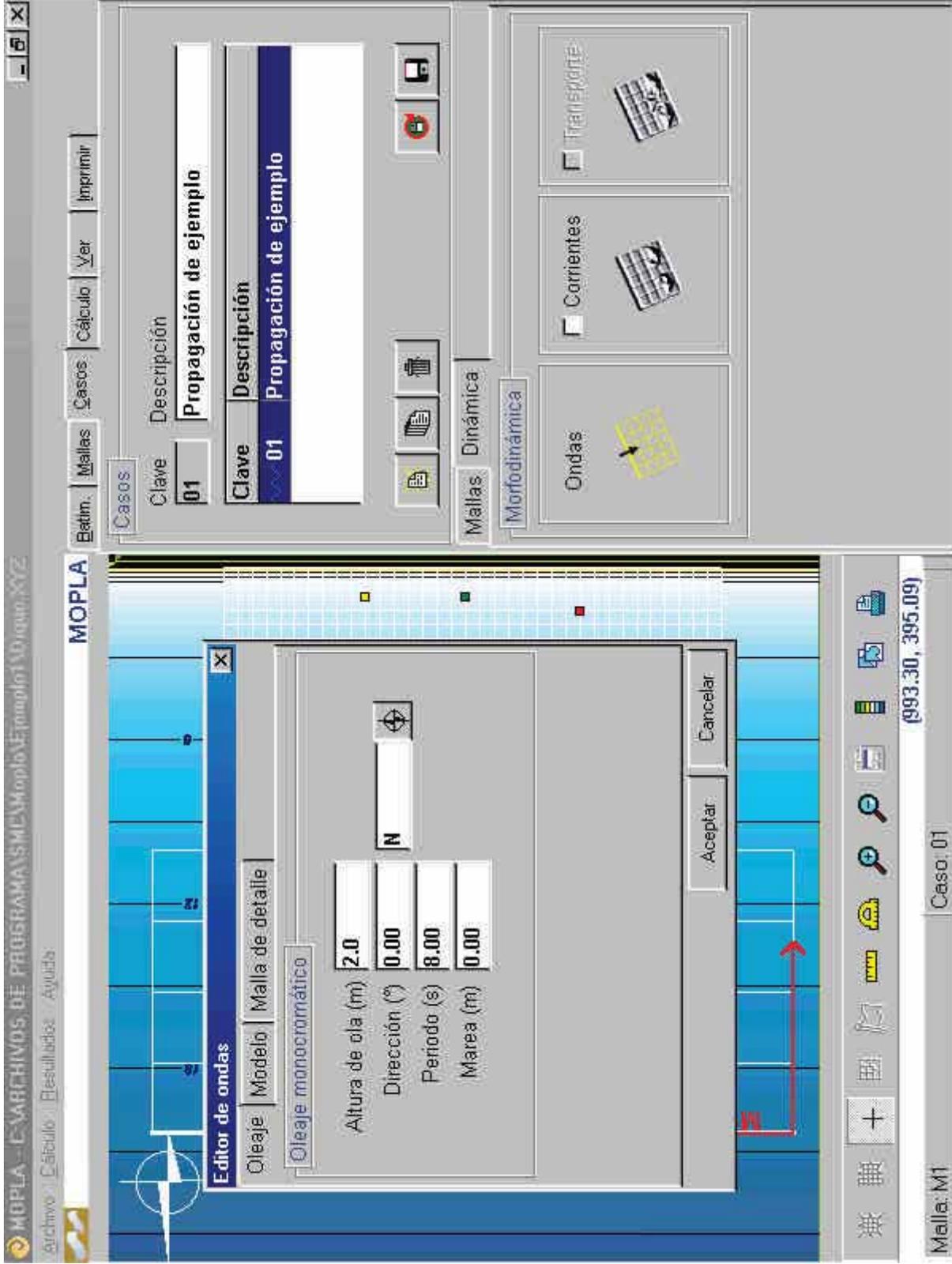


Figura 5.13

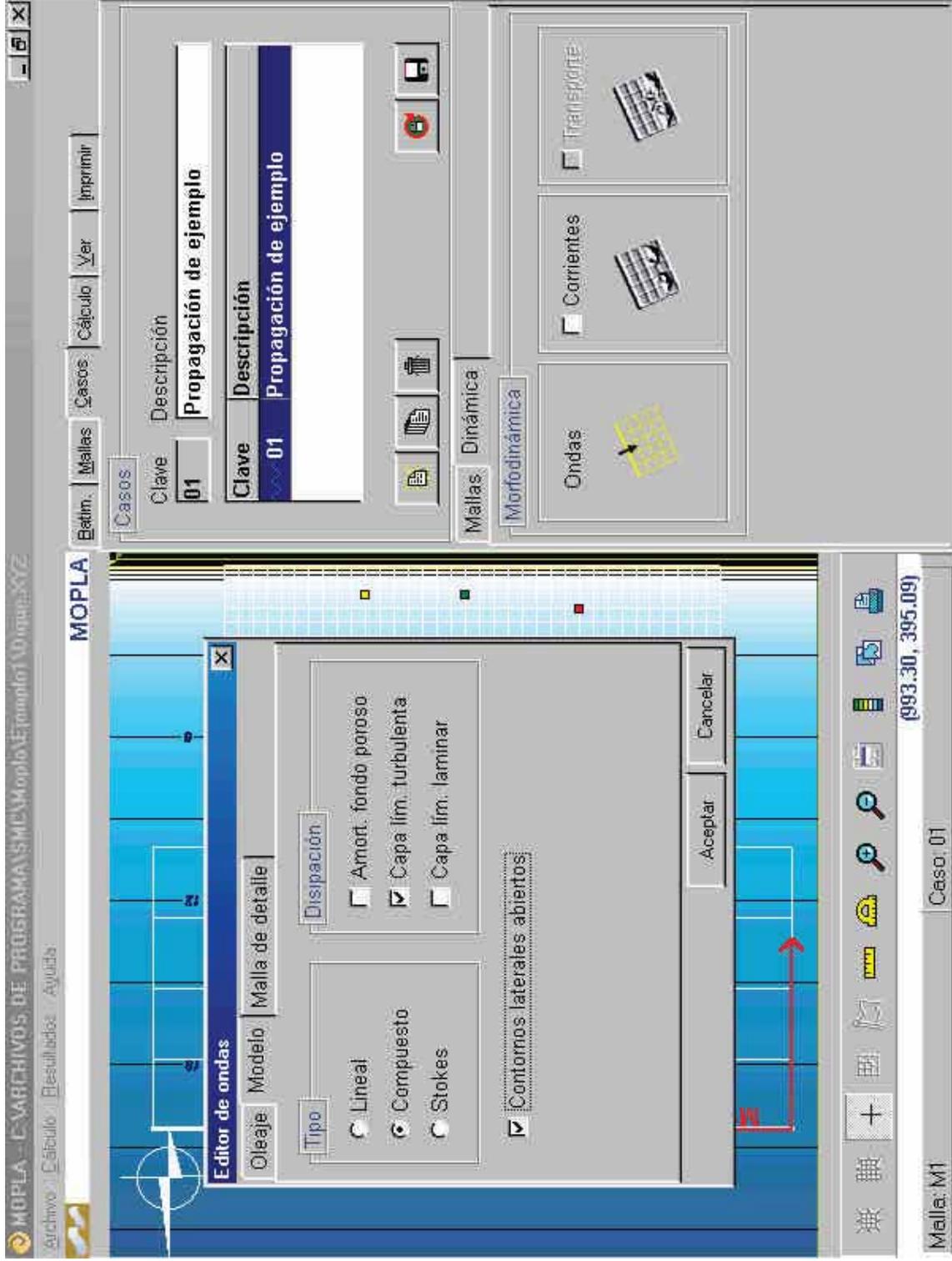


Figura 5.14

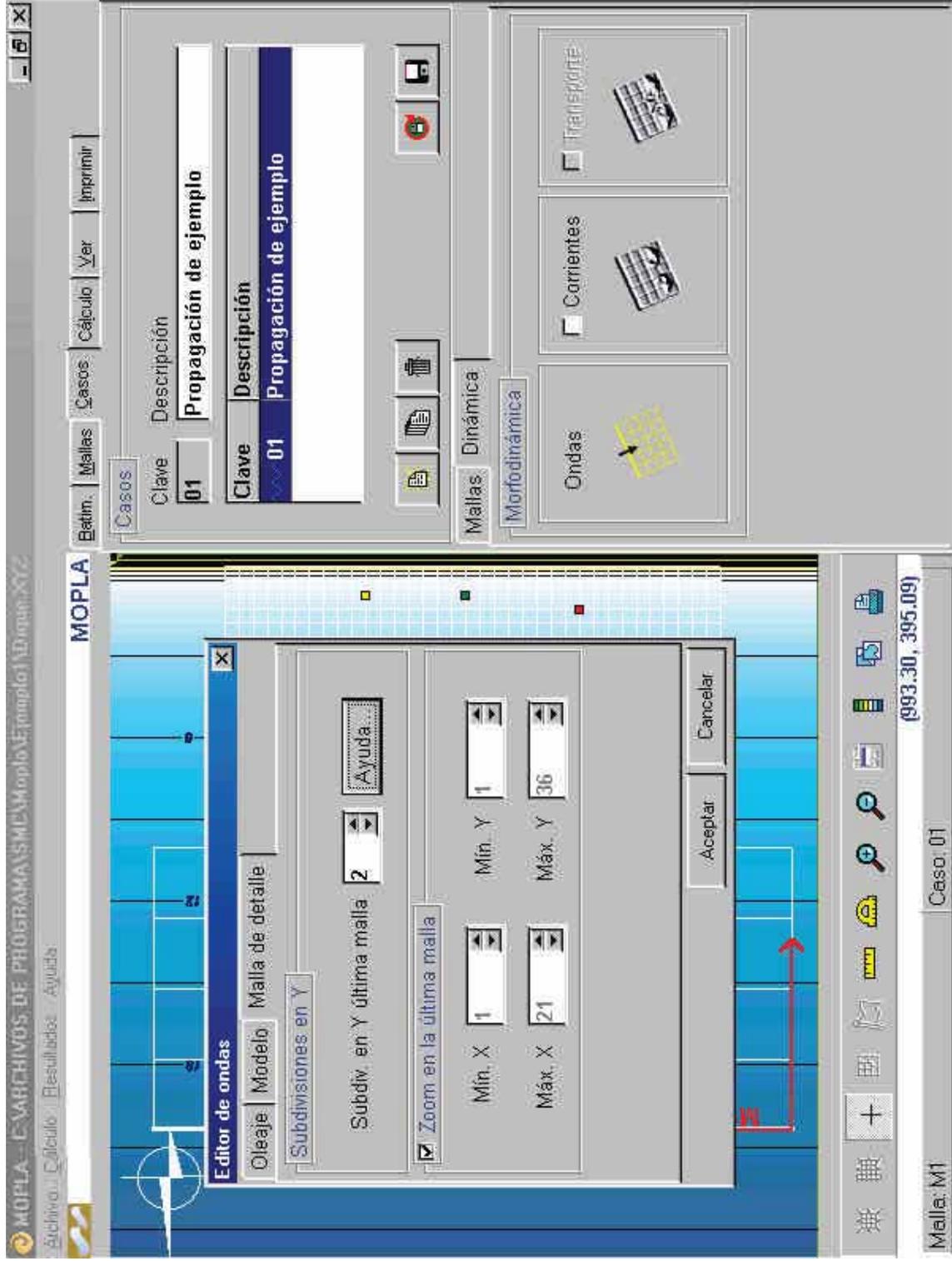


Figura 5.15

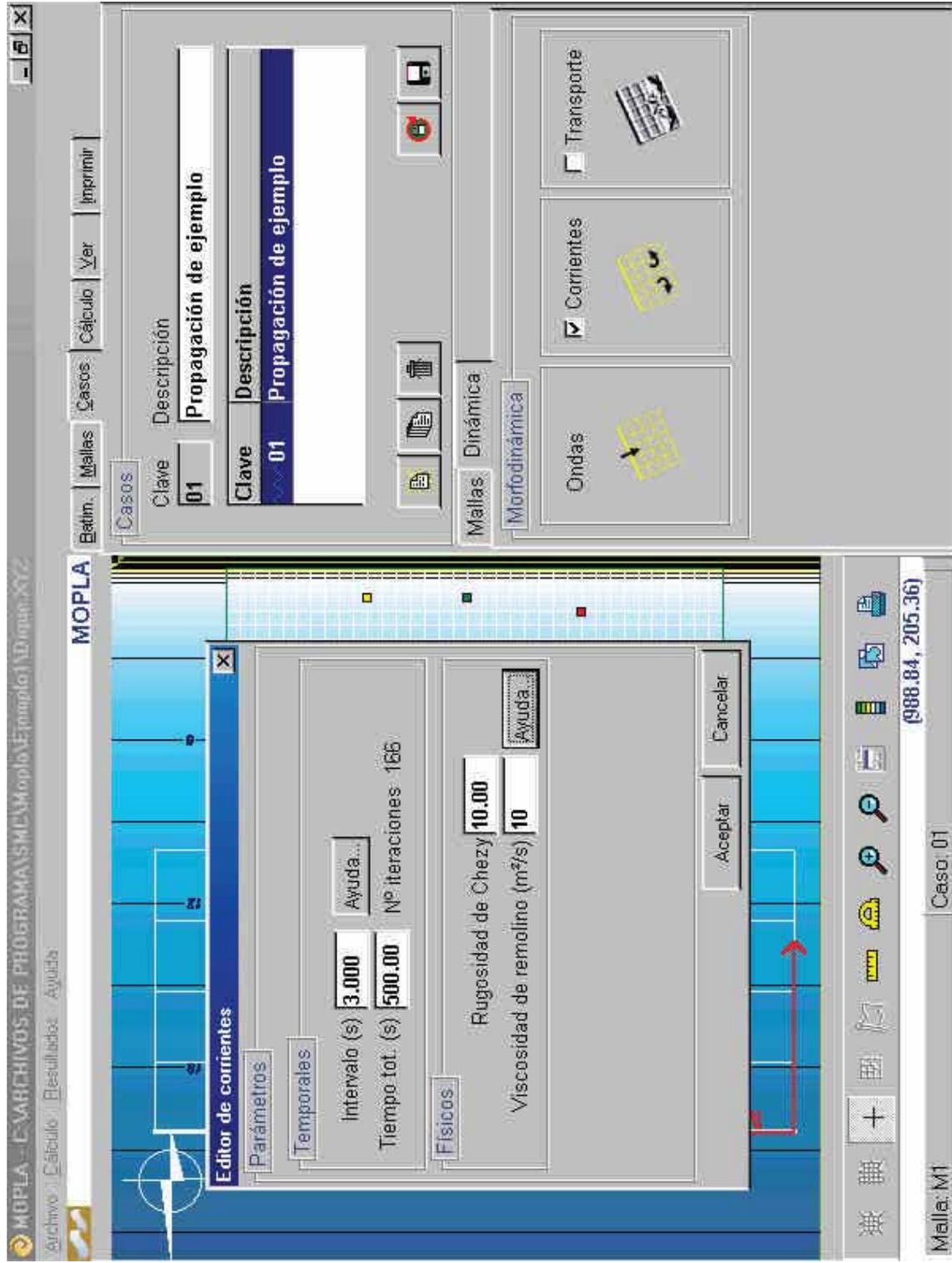


Figura 5.16



- Intervalo de tiempo: seleccionar el botón “Ayuda” y dar aceptar al valor propuesto.
- Tiempo total: dejar el valor por defecto de 500 seg.
- Rugosidad de Chezy: 10.0
- Viscosidad de remolino: la recomendada en el botón de “Ayuda”.

Una vez rellenados estos valores, pulsar el botón de “Aceptar” para salir del “Editor de Corrientes”. Detalles de estos parámetros se pueden consultar en el Manual de referencia Copla-(MC/SP).

Posteriormente, en la subpágina *Dinámica*, seleccionar la casilla en blanco de “Transporte” (ver figura 5.17) y pulsar el botón correspondiente, luego aparecerá el “Editor de Transporte” donde se definirán los siguientes parámetros:

.. CARACTERÍSTICAS DEL SEDIMENTO:

- $D_{50}$ : 0.25 mm.
- $D_{90}$ : 0.40 mm.
- Ángulo de rozamiento: 32 °.
- Densidad del sedimento ( $\rho_s$ ): 2.65 T/m<sup>3</sup>.
- Porosidad del material: 0.4.
- Desviación estándar del tamaño de la muestra ( $\sigma_d$ ): 1.2.

.. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA:

- Densidad del agua ( $\rho_w$ ): 1.025 T/m<sup>3</sup>.
- Viscosidad del agua: 10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/seg.

.. CARACTERÍSTICAS DE LA SIMULACIÓN:

- Seleccionar “evolución morfodinámica”.
- Duración del evento: 24 horas.
- Variación del fondo máxima entre incrementos: 0.1 m. (Dejar siempre este valor por defecto).
- Seleccionar el modelo de Soulsby.
- Contornos laterales abiertos.

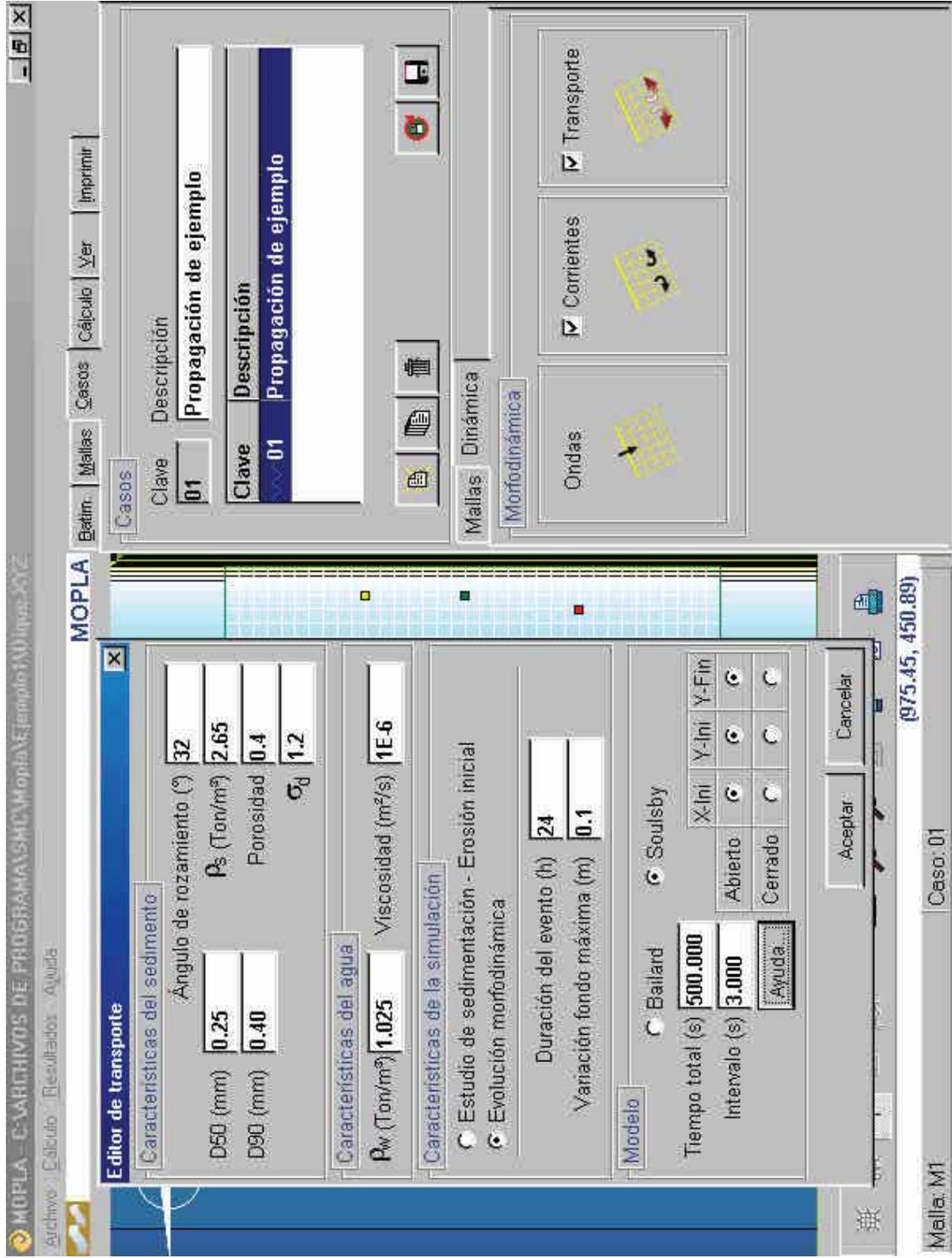


Figura 5.17



- Tiempo total: el del modelo de corrientes (El programa lo fija por defecto).
- Intervalo de tiempo: el valor recomendado por la ayuda.

Una vez rellenados estos valores, pulsar el botón de “Aceptar” para salir del “Editor de Transporte”.

Finalmente, hay que grabar el **caso** que se ha generado. Lo cual se consigue pulsando el botón “Grabar Caso” (con el dibujo de un disco).

Una descripción detallada de estos parámetros, se encuentra en el Manual de referencia Eros-(MC/SP).

#### • Crear caso 2:

Ahora vamos a crear un “Caso simple” basado en la malla M3. Dentro de la página de **casos**, pulsar, de nuevo, el botón de “Crear un caso” (primero bajo la lista) y, a continuación, aparecerá el menú *Nuevo caso*, con un nombre de clave por defecto “02”. Hay que indicar cuál es la malla inicial y qué tipo de propagación se quiere llevar a cabo. Escribir como malla inicial, la M3 y como tipo de propagación, seleccionar Onda (ver figura 5.18). Finalmente, pulsar el botón “Aceptar”.



Figura 5.18



Luego, escribir como descripción del caso “Otro caso”. A continuación, en la parte inferior de la página, dentro de la subpágina de *Mallas*, aparecerá sólo la malla inicial, a partir de la cual se ha generado el caso, ya que esta malla no disponía de ninguna malla encadenada (ver figura 5.19).

Ir a la subpágina *Dinámica* y pulsar el botón de “Ondas”. En el “Editor de Ondas” están de nuevo las subpáginas con las pestañas de: *Oleaje*, *Modelo* y *Malla de detalle*. Hay que ir rellenando, al igual que en el caso anterior, todas estas características:

.. SUBPÁGINA DE *Oleaje* (ver figura 5.20):

- Altura de ola:  $H=0.5$  m.
- Dirección: Norte ( $0^\circ$ ).
- Período:  $T=14$  seg.
- Marea:  $M=1.0$  m.

.. SUBPÁGINA DE *Modelo* (ver figura 5.21): Dejar los parámetros que aparecen por defecto.

.. SUBPÁGINA DE *Malla de detalle* (ver figura 5.22):

- Subdivisiones en y: Pulsar el botón de “Ayuda”, y dar aceptar al valor recomendado.
- Activar zoom en la malla y dejar el rango que aparece por defecto. Así se generará un fichero de zoom que contiene la información de la malla de subdivisiones para una zona.

Salir del “Editor de Ondas” pulsando “Aceptar”.

Para este **caso**, no se van a activar, dentro de la subpágina *Dinámica*, ni la casilla de *Corrientes*, ni la de *Transporte*.

Por último, hay que grabar el caso que se ha generado. Pulsar de nuevo el botón “Grabar caso” con el disco.

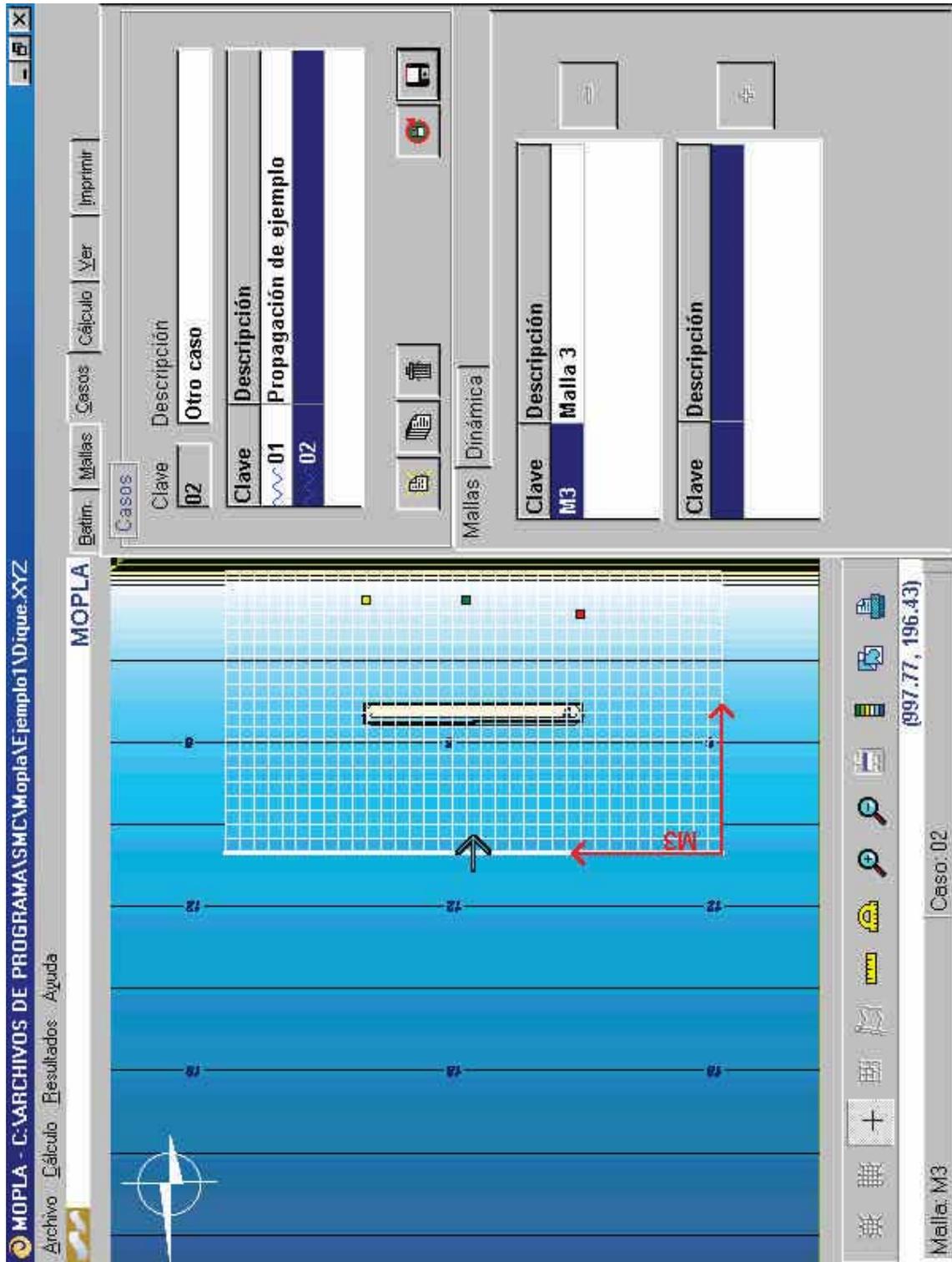


Figura 5.19

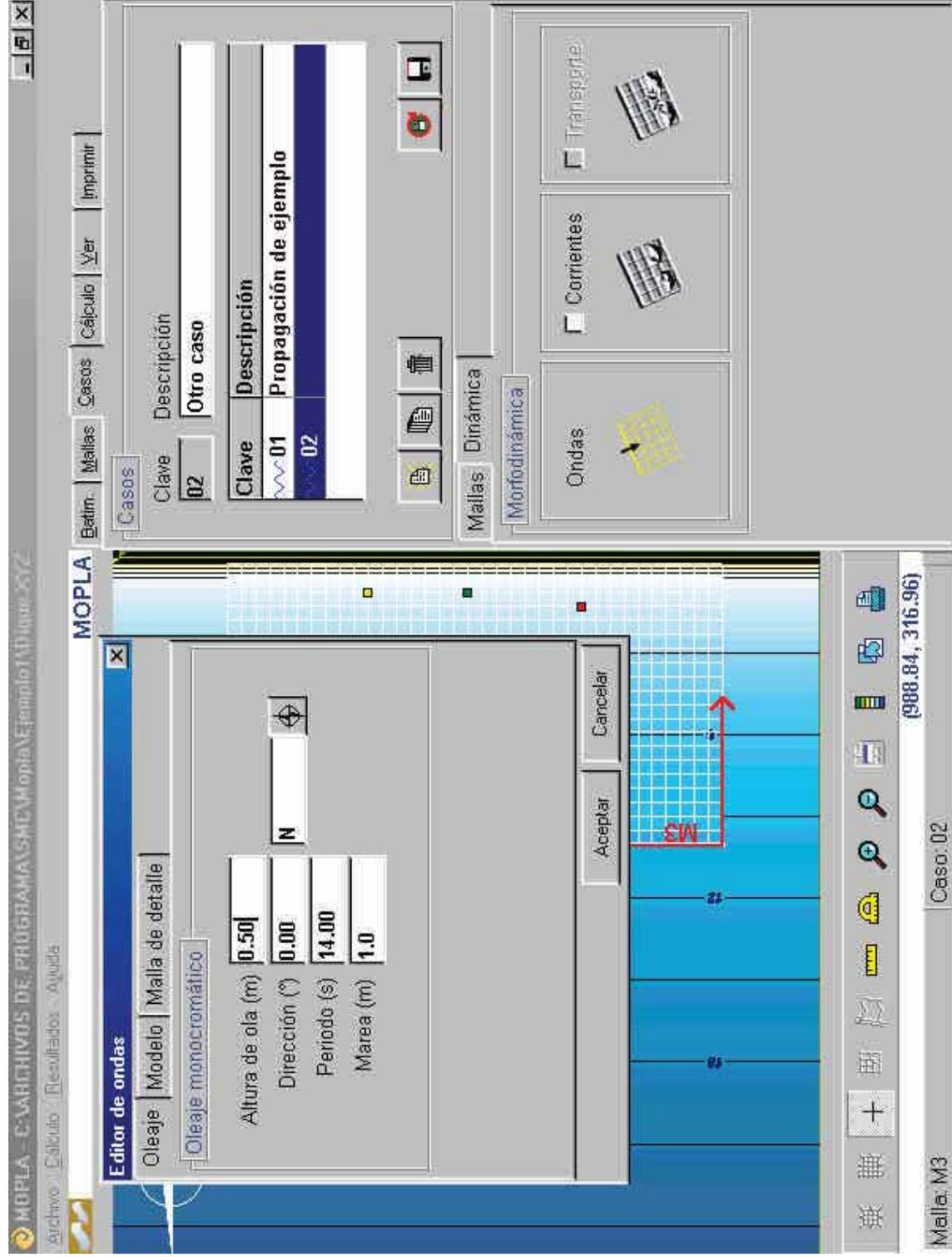


Figura 5.20

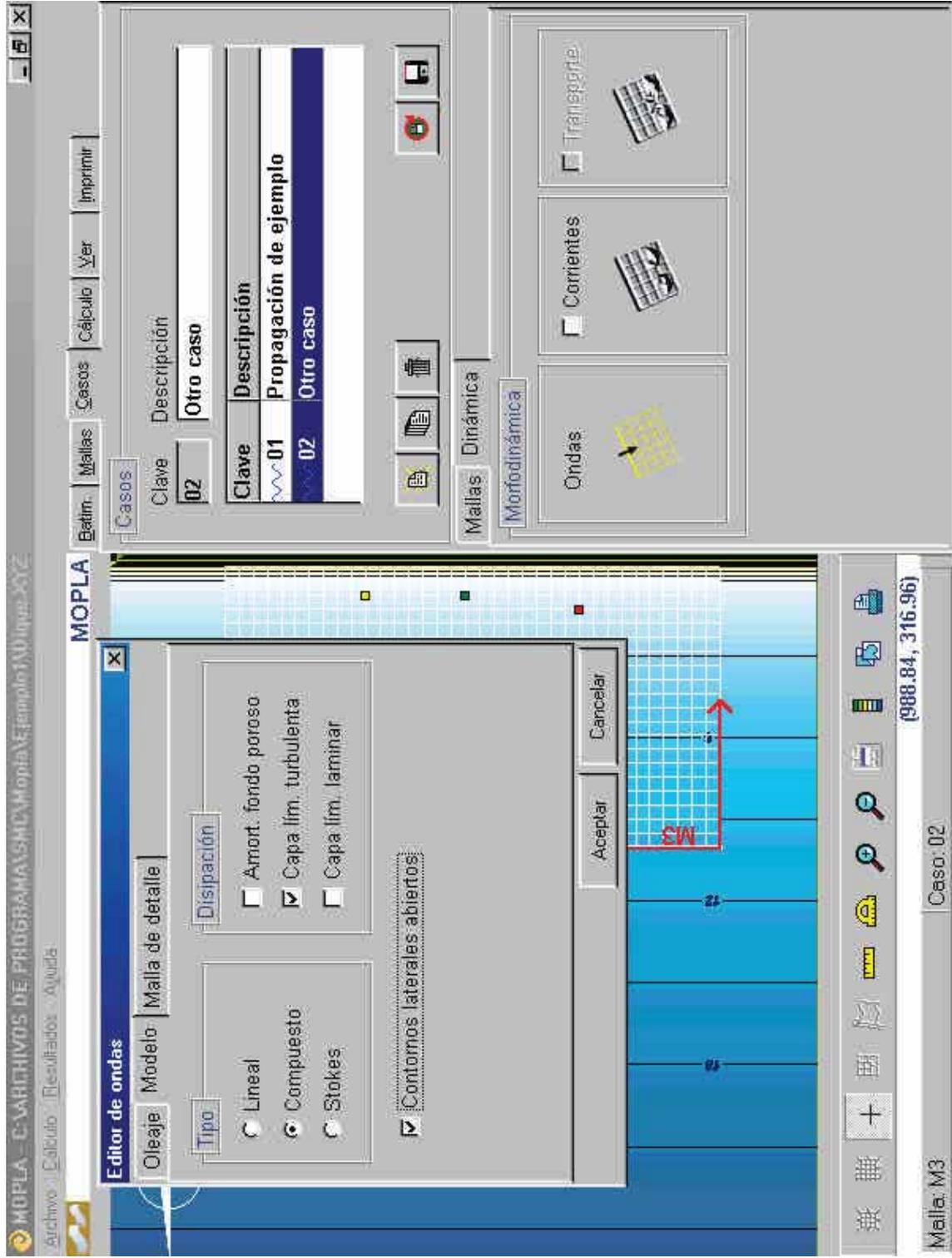


Figura 5.21

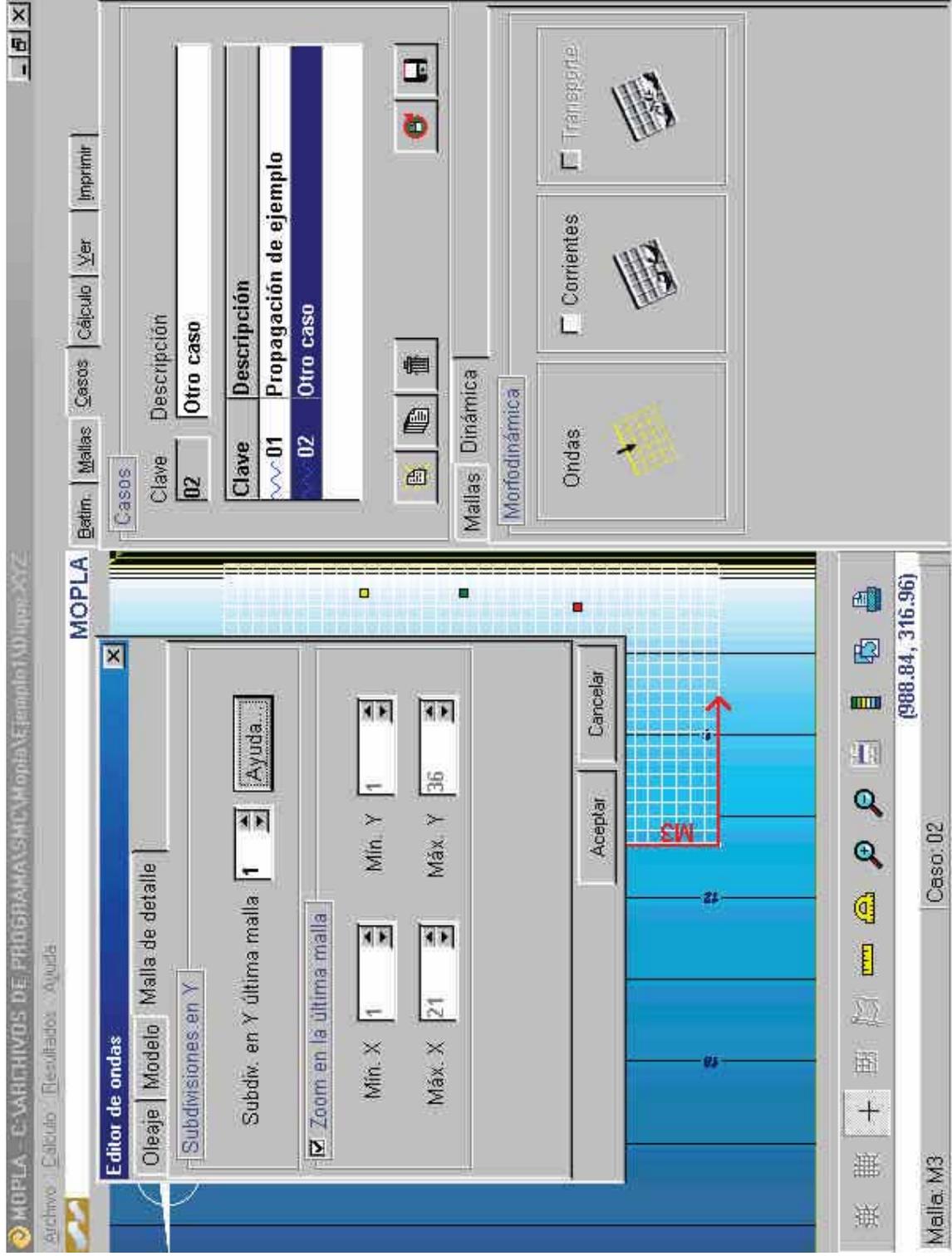


Figura 5.22



#### 4. *Calcular los casos: cola de cálculo.*

Una vez creados los casos se procederá al cálculo de éstos. Para lo cual, hay que seguir el siguiente proceso:

1. Ir a la página de *Cálculo*.
2. Pulsar el botón “Añadir” e ir seleccionando los casos uno a uno, apareciendo al final todos en la cola de cálculo. Seleccionar el “Caso 01” de “Propagación de ejemplo” y, a continuación, el “Caso 02” de “Otro caso” (ver figura 5.23).
3. A continuación, pulsar el botón “Calcular”. En este momento comenzarán a ejecutarse los modelos numéricos para los **casos** presentes en la cola de cálculo. Primero se ejecutará el programa de propagación de oleaje Oluca-MC, posteriormente el programa de corrientes Copla-MC y finalmente el programa de evolución morfodinámica Eros-MC.

En la página de *Cálculo* existen otros dos botones: el botón “Borrar” y el botón “Limpiar”. El primero de ellos sirve para eliminar un elemento de la cola de cálculo, y el segundo, se utiliza para eliminar todos los **casos** de la lista.

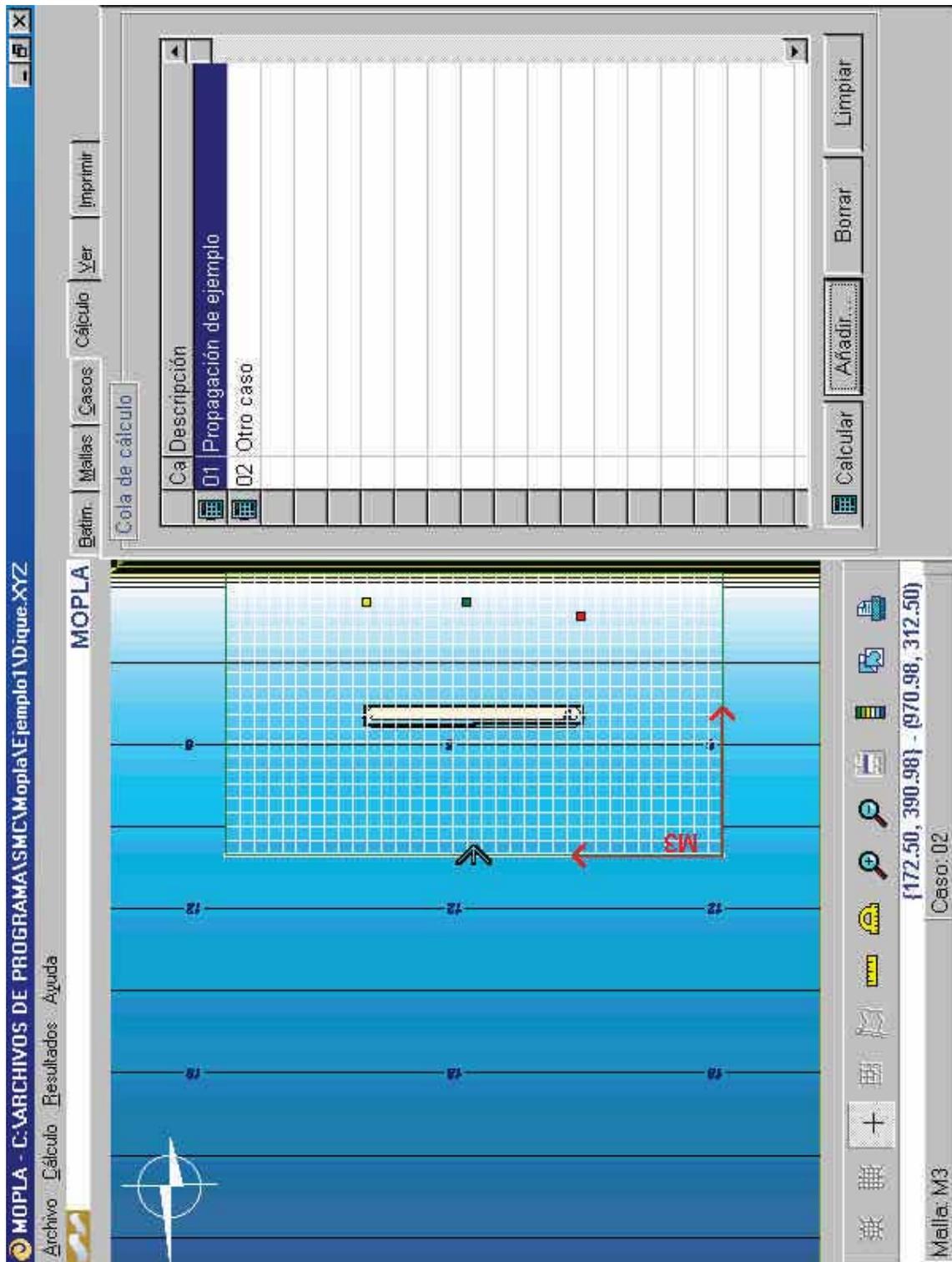


Figura 5.23



### 5. Consulta de resultados:

Una vez los **casos** han sido ejecutados, podemos consultar los resultados producidos por los programas. Con este fin, ir a la página de *Ver*.

Lo primero que hay que hacer, es seleccionar cuál es el caso que se quiere visualizar y, si este caso dispone de más de una malla, de qué malla se quieren ver los resultados. Así pues, seleccionar el “Caso 01” de “Propagación de ejemplo” y la malla M2(ver figura 5.24).

Con los dos botones superiores se puede editar la topografía de la malla en 2D (ver figura 5.25) y en 3D (ver figura 5.26).

En la subpágina de *Monocromático* se pueden ver los resultados de la propagación del oleaje (ver figura 5.27). Entre los resultados que se pueden obtener están: altura de ola (ver figura 5.28), vectores (ver figura 5.29), vectores+magnitud (ver figura 5.30), vectores+topografía (ver figura 5.31), fase (ver figura 5.32), frente de onda con zoom (ver figura 5.33), superficie libre 3D con zoom (ver figura 5.34), altura de ola+frentes con zoom (ver figura 5.35), topografía+frentes con zoom (ver figura 5.36).

En la subpágina de *Corrientes* se pueden ver los resultados de corrientes por rotura (ver figura 5.37). Se puede comprobar si la ejecución de corrientes ha conseguido una condición de equilibrio, lo cual se consigue pulsando el botón de “Ver convergencia en puntos de control” en la figura 5.37. En la figura 5.38 aparece representado el gráfico para el punto 2 que se obtiene al pulsar el anterior botón. Entre los resultados que se pueden obtener en esta página están: vectores corrientes (ver figura 5.39), corrientes+magnitud (ver figura 5.40), corrientes+topografía (ver figura 5.41), corrientes+altura de ola(ver figura 5.42), nivel medio 2D (ver figura 5.43), nivel medio en 3D (ver figura 5.44).

En la subpágina de *Transporte* los gráficos de erosión-sedimentación inicial y estado final de la playa. (ver figura 5.45). Entre los resultados que se pueden obtener están: vectores+magnitud (ver figura 5.46), topografía inicial+variación inicial (ver figura 5.47), topografía inicial+final (ver figura 5.48), topografía final+variaciones del fondo (ver figura 5.49). Además, al igual que en la subpágina anterior, se puede *Ver convergencia en puntos de control*.

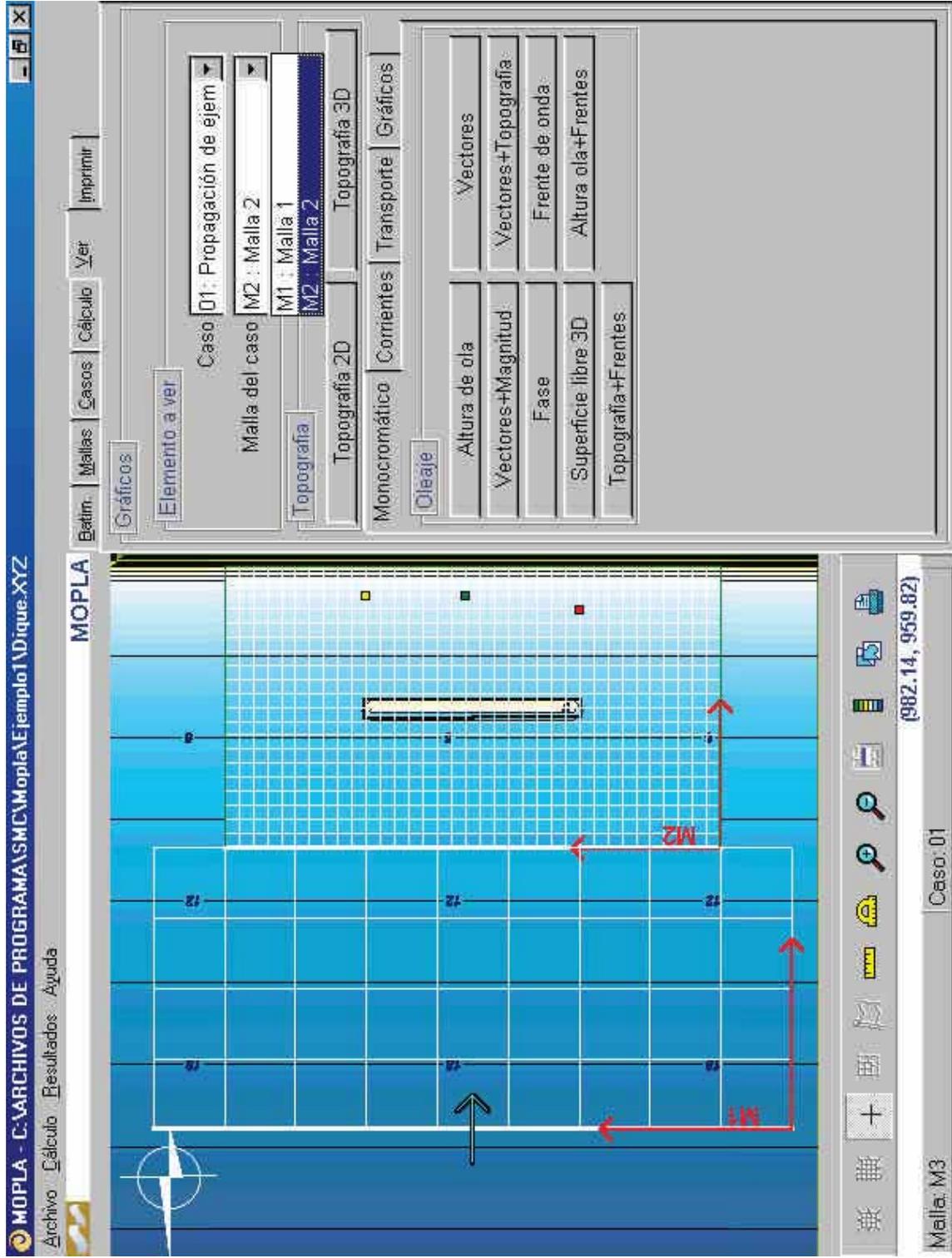


Figura 5.24



## Proyecto: Batimetría de ejemplo

Gráfico: Topografía 2D

M2: Malla 2

Gráfico de topografía

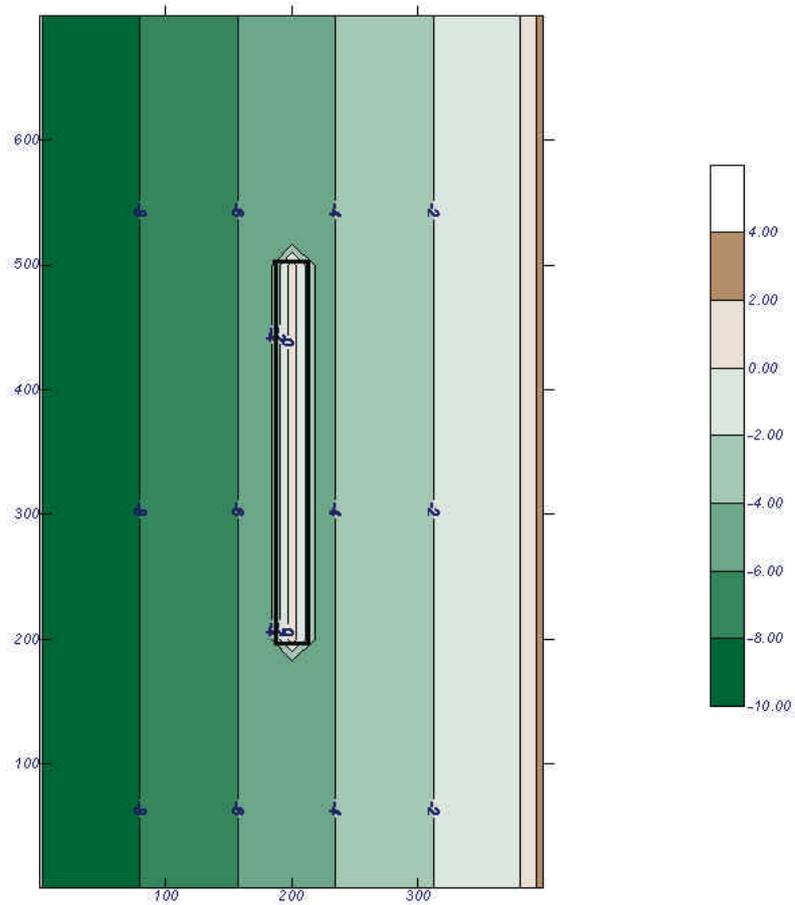


Figura 5.25



## Proyecto: Batimetría de ejemplo

Gráfico: Topografía 3D

M2: Malla 2

Gráfico de topografía

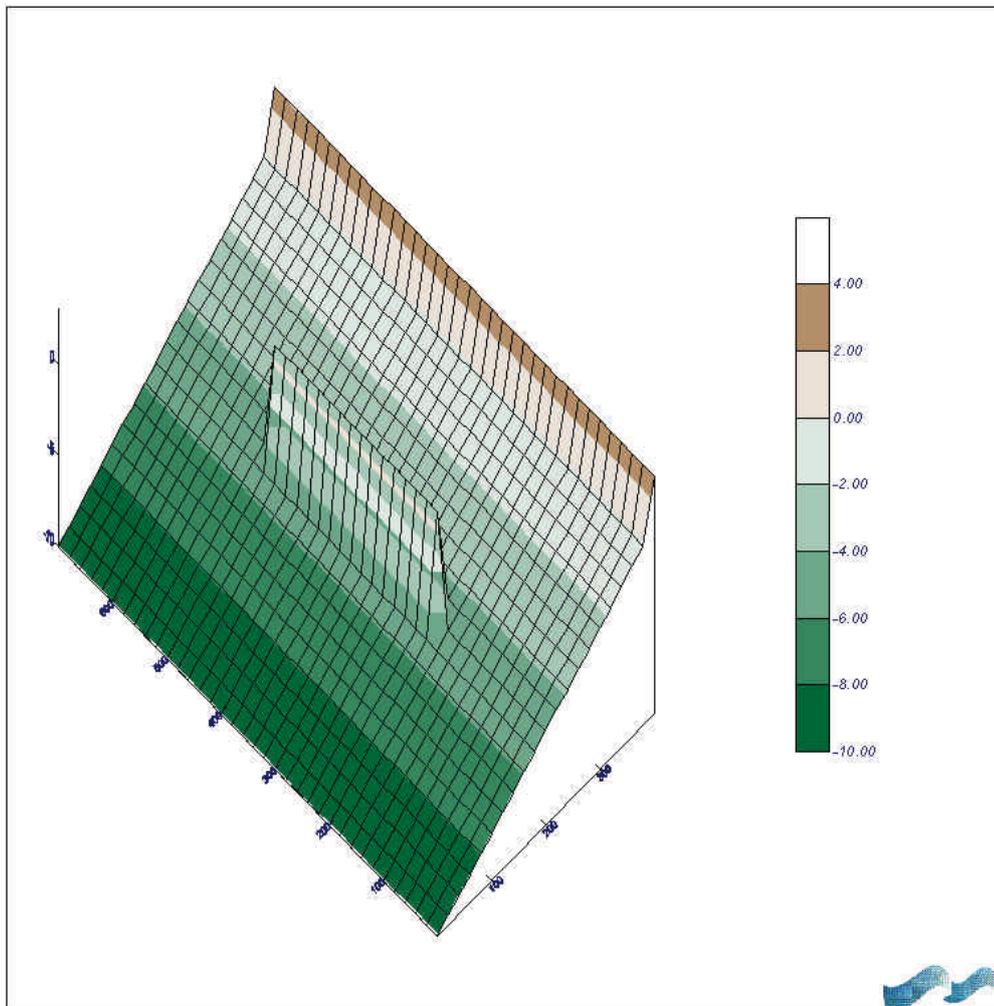


Figura 5.26

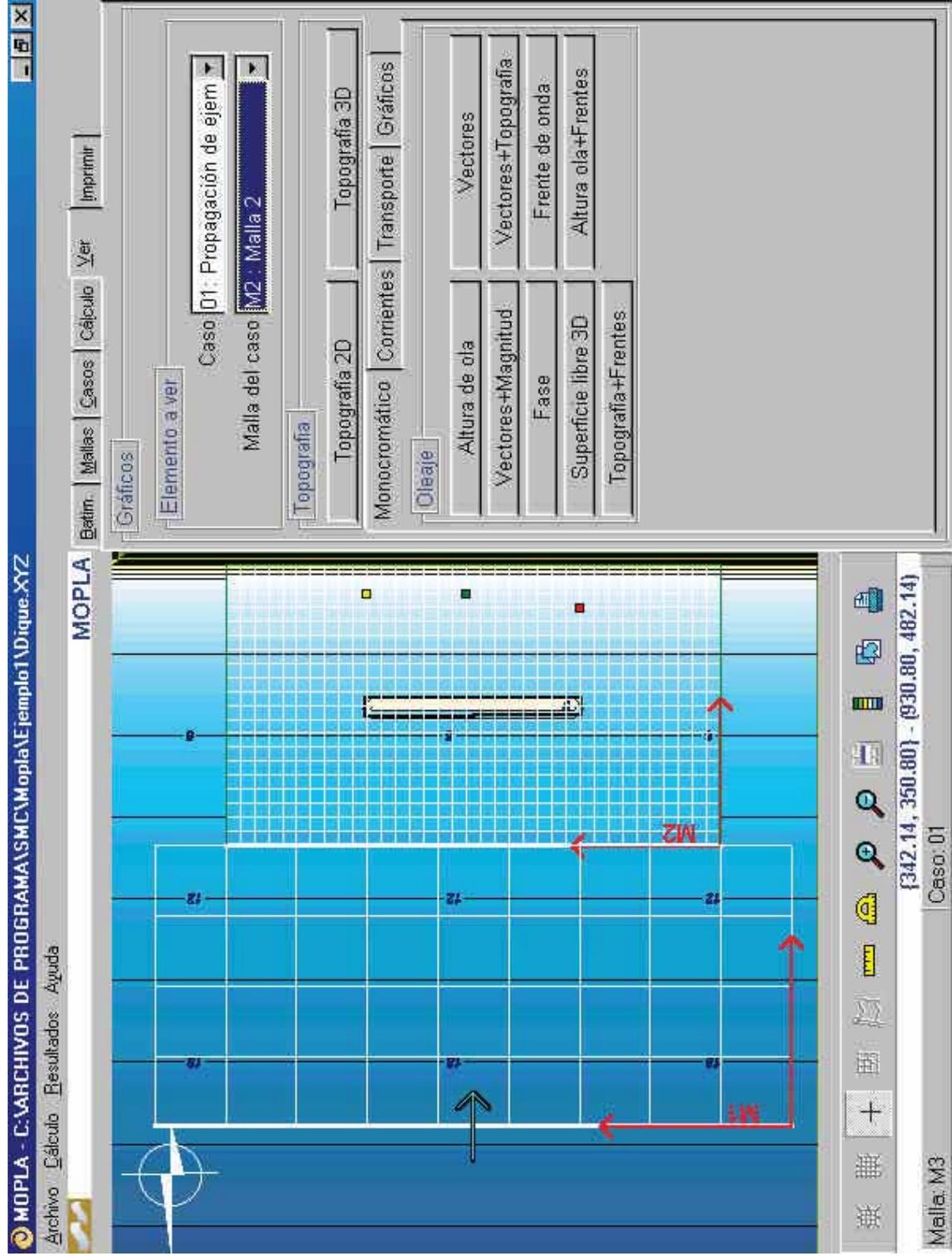


Figura 5.27



## Proyecto: Batimetría de ejemplo

Gráfico: *Altura de ola*

**Caso monocromático: M201**

**M2:** Malla 2  
**01:** Propagación de ejemplo

Características de la simulación

OLUCA-MC	COPLA-MC	MOPLA-MC
----------	----------	----------

Periodo T: 8 s  
 Altura H: 2 m  
 Dirección: 0° (N)  
 Marea NM: 0 m

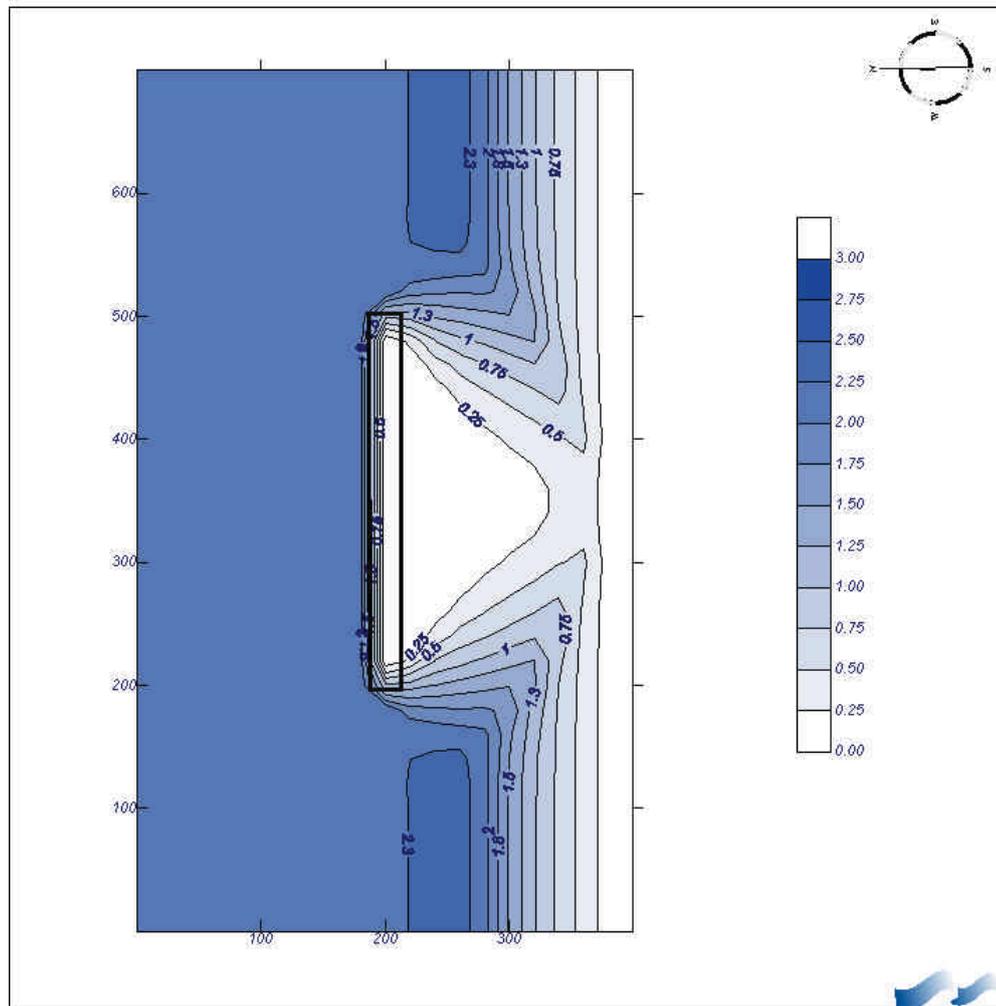


Figura 5.28



## Proyecto: Batimetría de ejemplo

Gráfico: Grafico de vectores

**Caso monocromático: M201**

**M2:** Malla 2  
**01:** Propagación de ejemplo

Características de la simulación

OLUCA-MC	COPLA-MC	MOPLA-MC
----------	----------	----------

Periodo T: 8 s  
 Altura H: 2 m  
 Dirección: 0° (N)  
 Marea NM: 0 m

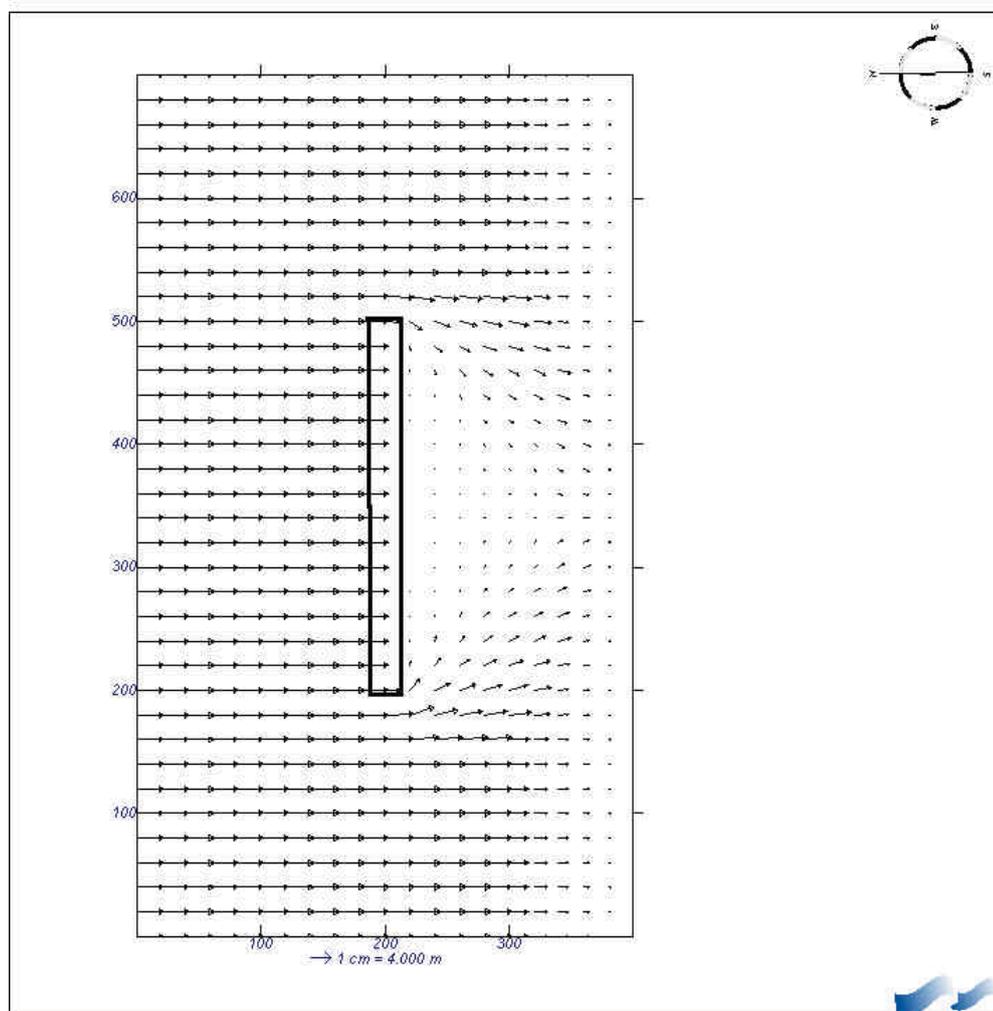


Figura 5.29



## Proyecto: Batimetría de ejemplo

Gráfico: Vectores

Caso monocromático: M201

M2: Malla 2  
01: Propagación de ejemplo

Características de la simulación

OLUCA-MC	COPLA-MC	MOPLA-MC
----------	----------	----------

Periodo T: 8 s  
Altura H: 2 m  
Dirección: 0° (N)  
Marea NM: 0 m

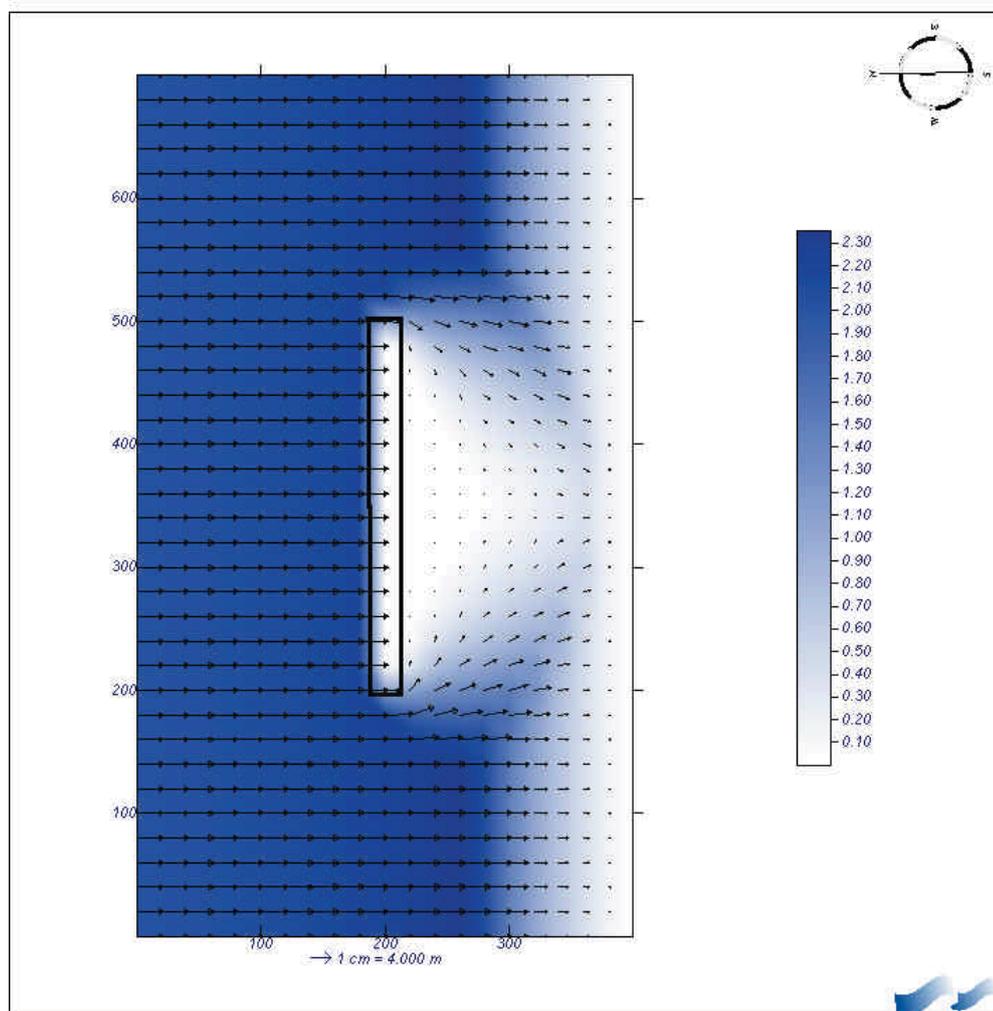


Figura 5.30



## Proyecto: Batimetría de ejemplo

Gráfico: Gráfico combinado de topografía y vectores

Caso monocromático: M201

M2: Malla 2  
01: Propagación de ejemplo

Características de la simulación

OLUCA-MC	COPLA-MC	MOPLA-MC
Período T: 8 s Altura H: 2 m Dirección: 0° (N) Marea NM: 0 m		

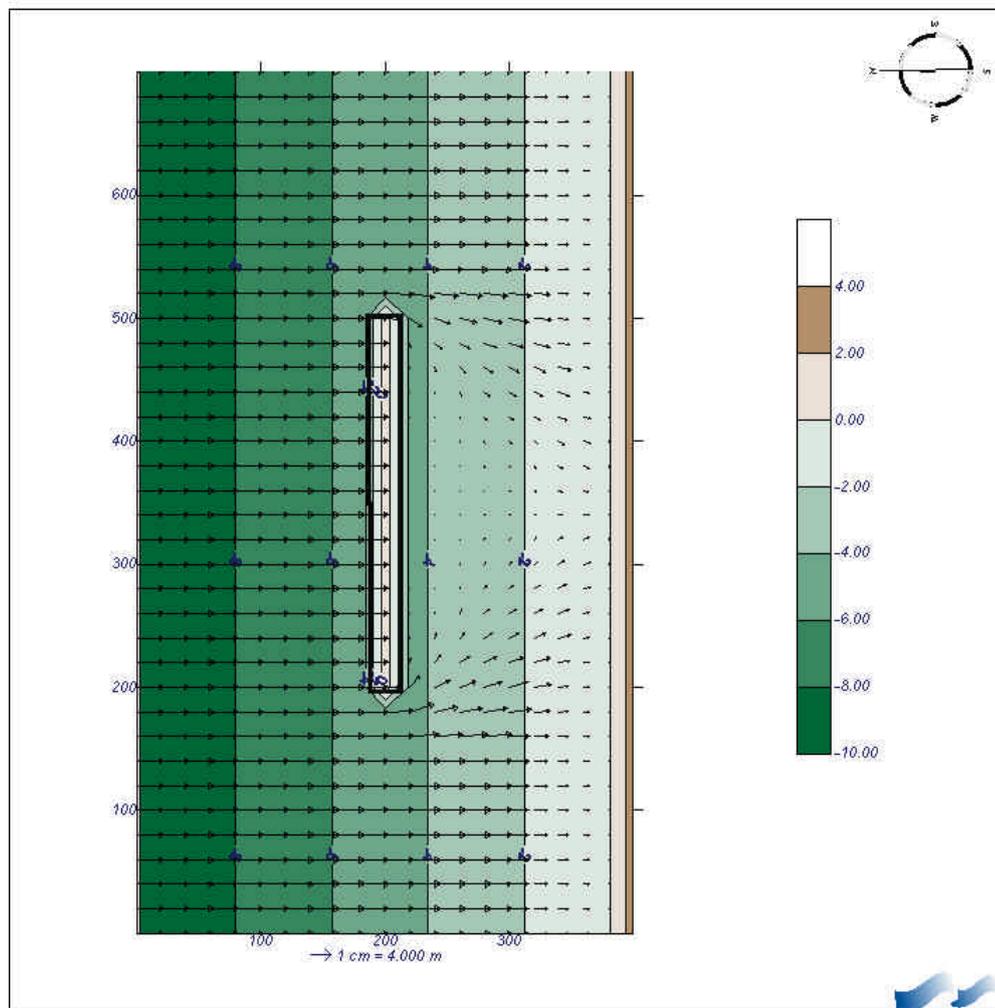


Figura 5.31



## Proyecto: Batimetría de ejemplo

Gráfico: Fase (zoom)

**Caso monocromático: M201**

**M2:** Malla 2  
**01:** Propagación de ejemplo

Características de la simulación

OLUCA-MC	COPLA-MC	MOPLA-MC
Período T: 8 s Altura H: 2 m Dirección: 0° (N) Marea NM: 0 m		

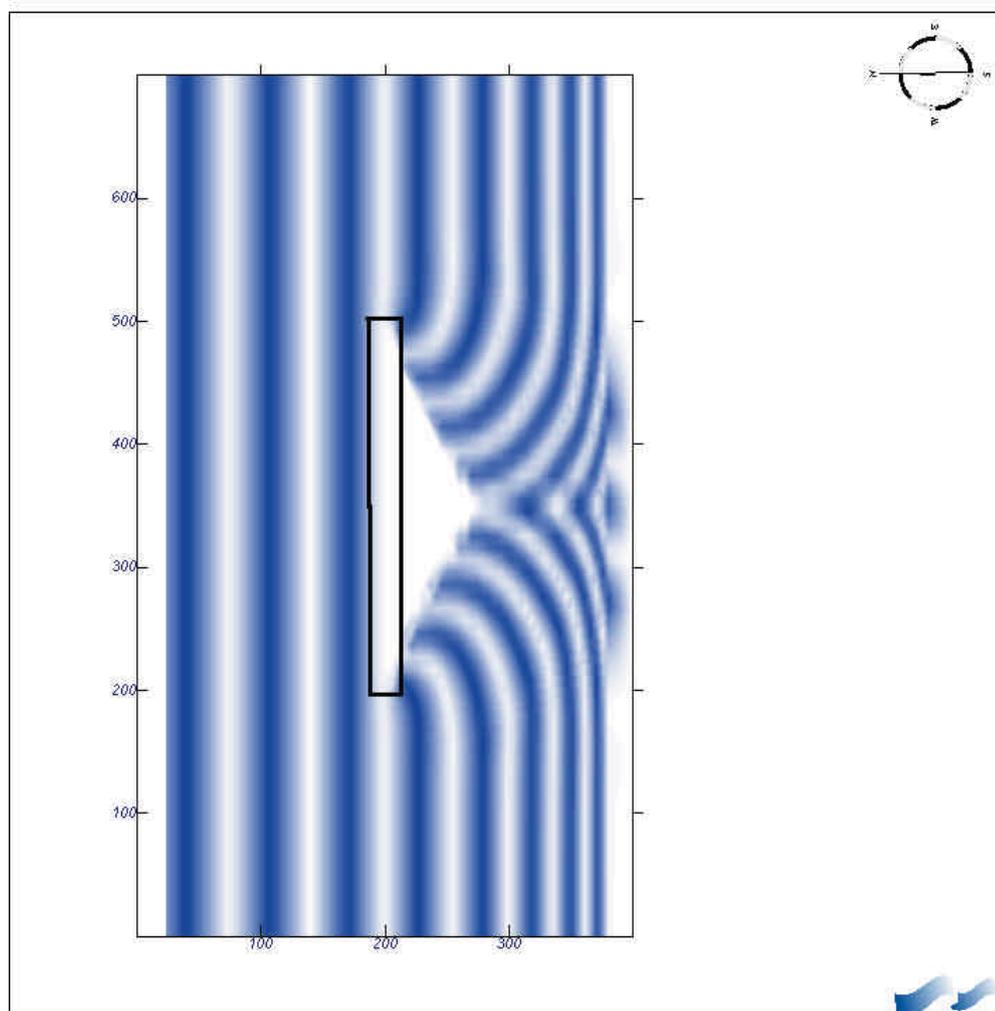


Figura 5.32



## Proyecto: Batimetría de ejemplo

Gráfico: Frentes (zoom)

**Caso monocromático: M201**

**M2:** Malla 2

**01:** Propagación de ejemplo

Características de la simulación

OLUCA-MC	COPLA-MC	MOPLA-MC
----------	----------	----------

Periodo T: 8 s  
 Altura H: 2 m  
 Dirección: 0° (N)  
 Marea NM: 0 m

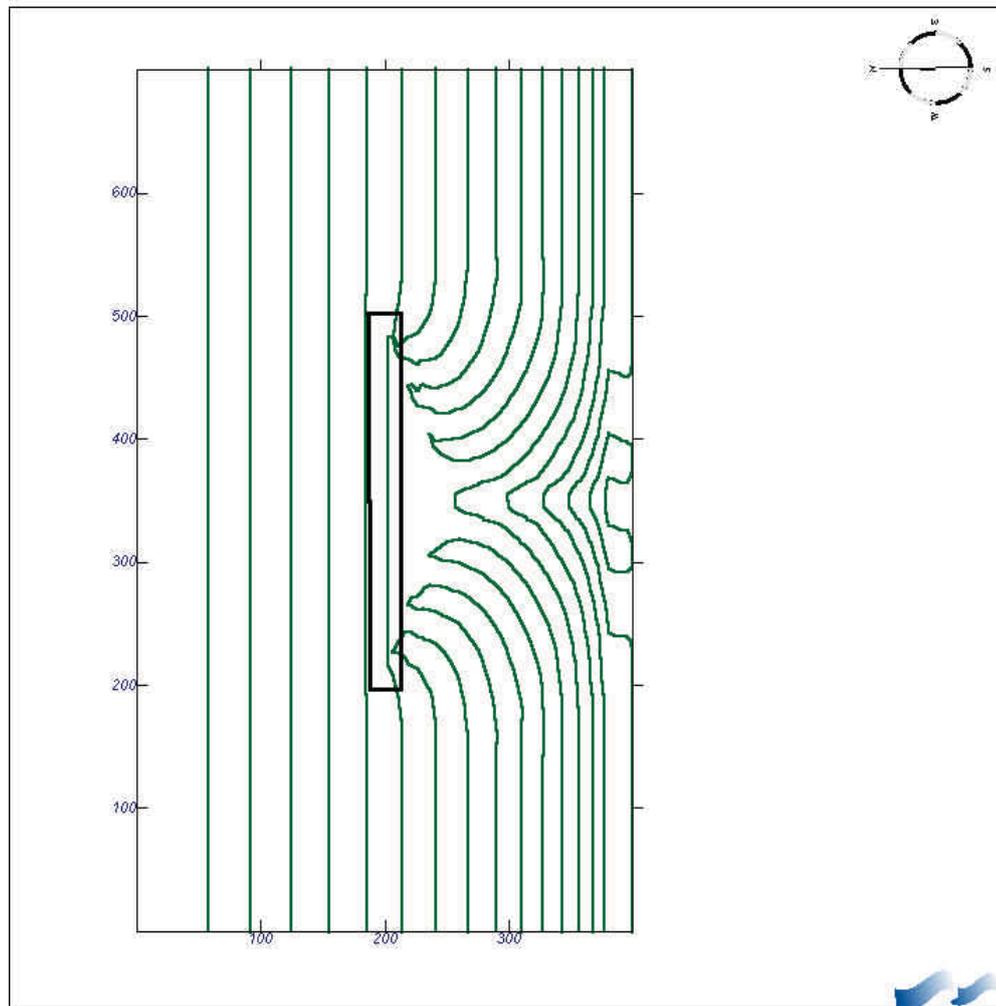


Figura 5.33



## Proyecto: Batimetría de ejemplo

Gráfico: Superficie libre 3D (zoom)

**Caso monocromático: M201**

**M2:** Malla 2  
**01:** Propagación de ejemplo

Características de la simulación

OLUCA-MC	COPLA-MC	MOPLA-MC
----------	----------	----------

Período T: 8 s Altura H: 2 m Dirección: 0° (N) Marea NM: 0 m		
---	--	--

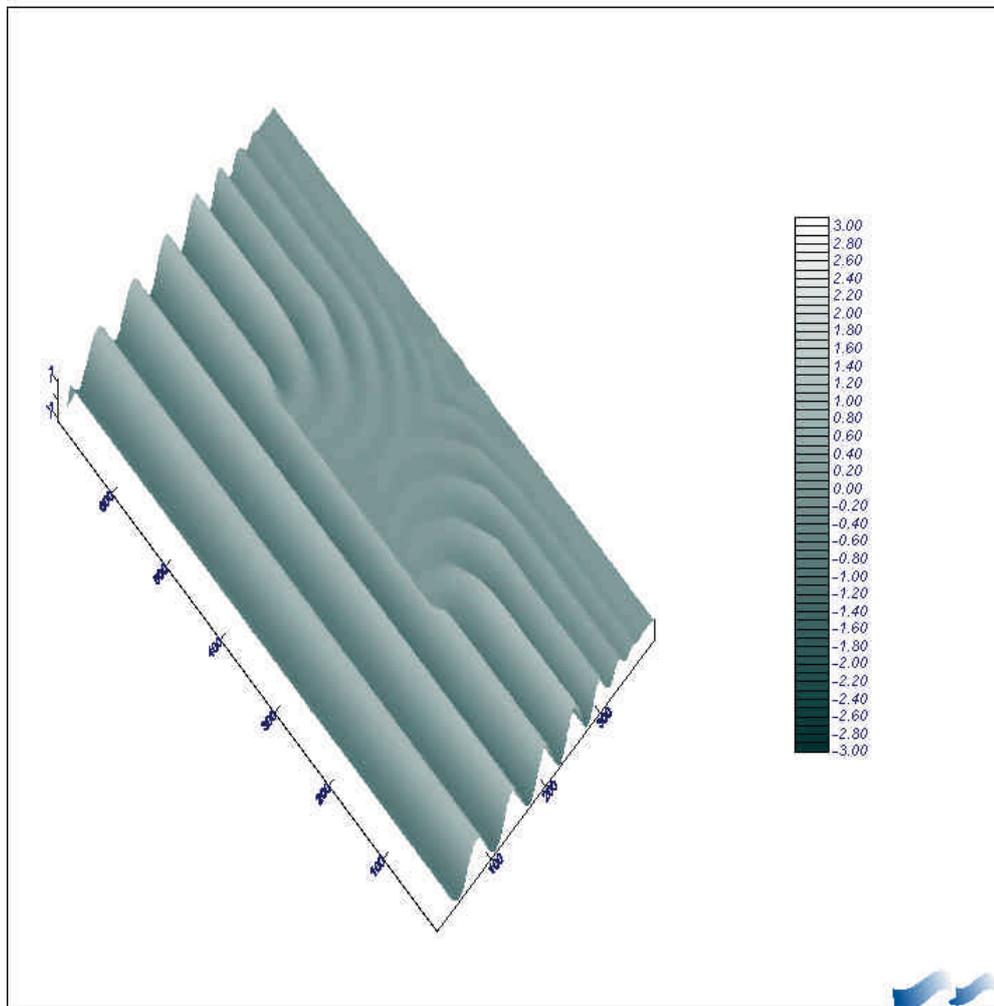


Figura 5.34



## Proyecto: Batimetría de ejemplo

Gráfico: Gráfico combinado de altura de ola y frentes (zoom)

Caso monocromático: M201

M2: Malla 2  
01: Propagación de ejemplo

Características de la simulación

OLUCA-MC	COPLA-MC	MOPLA-MC
----------	----------	----------

Periodo T: 8 s  
Altura H: 2 m  
Dirección: 0° (N)  
Marea NM: 0 m

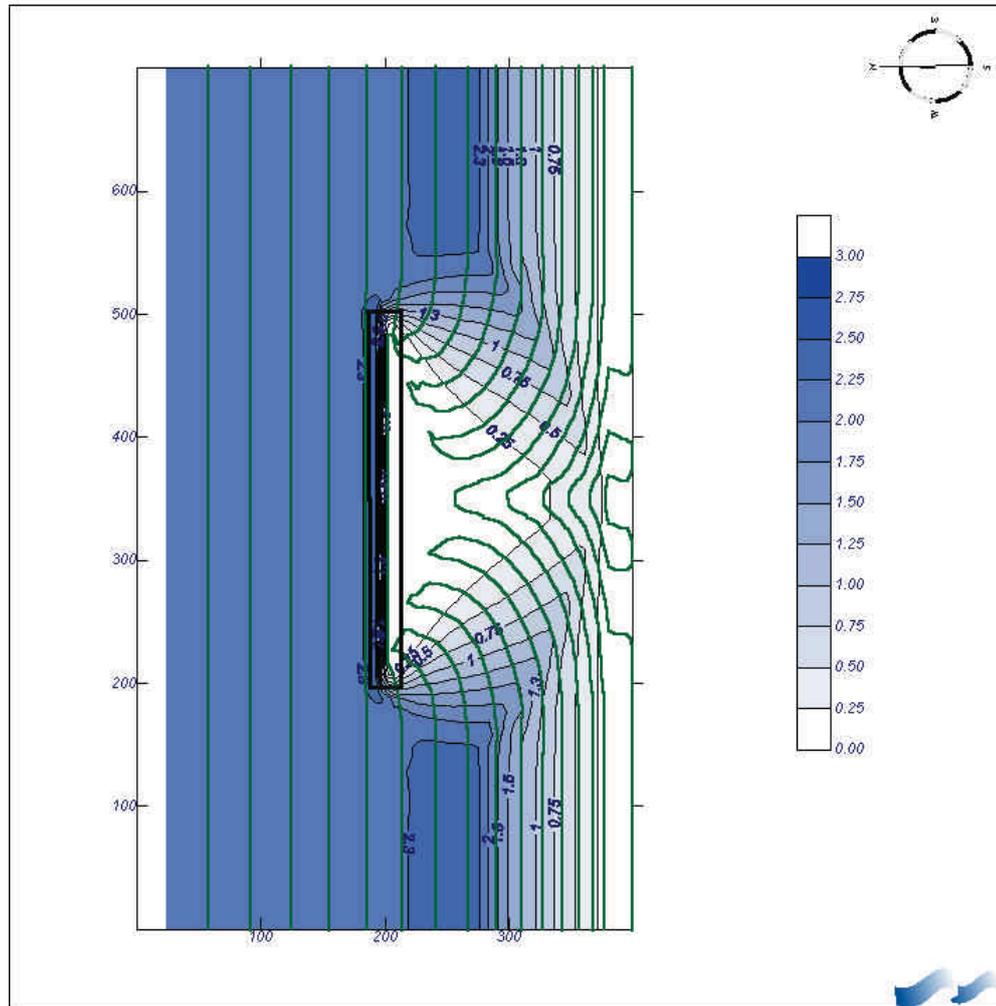


Figura 5.35



## Proyecto: Batimetría de ejemplo

Gráfico: Gráfico combinado de topografía y frentes (zoom)

Caso monocromático: M201

M2: Malla 2  
01: Propagación de ejemplo

Características de la simulación

OLUCA-MC	COPLA-MC	MOPLA-MC
----------	----------	----------

Periodo T: 8 s  
Altura H: 2 m  
Dirección: 0° (N)  
Marea NM: 0 m

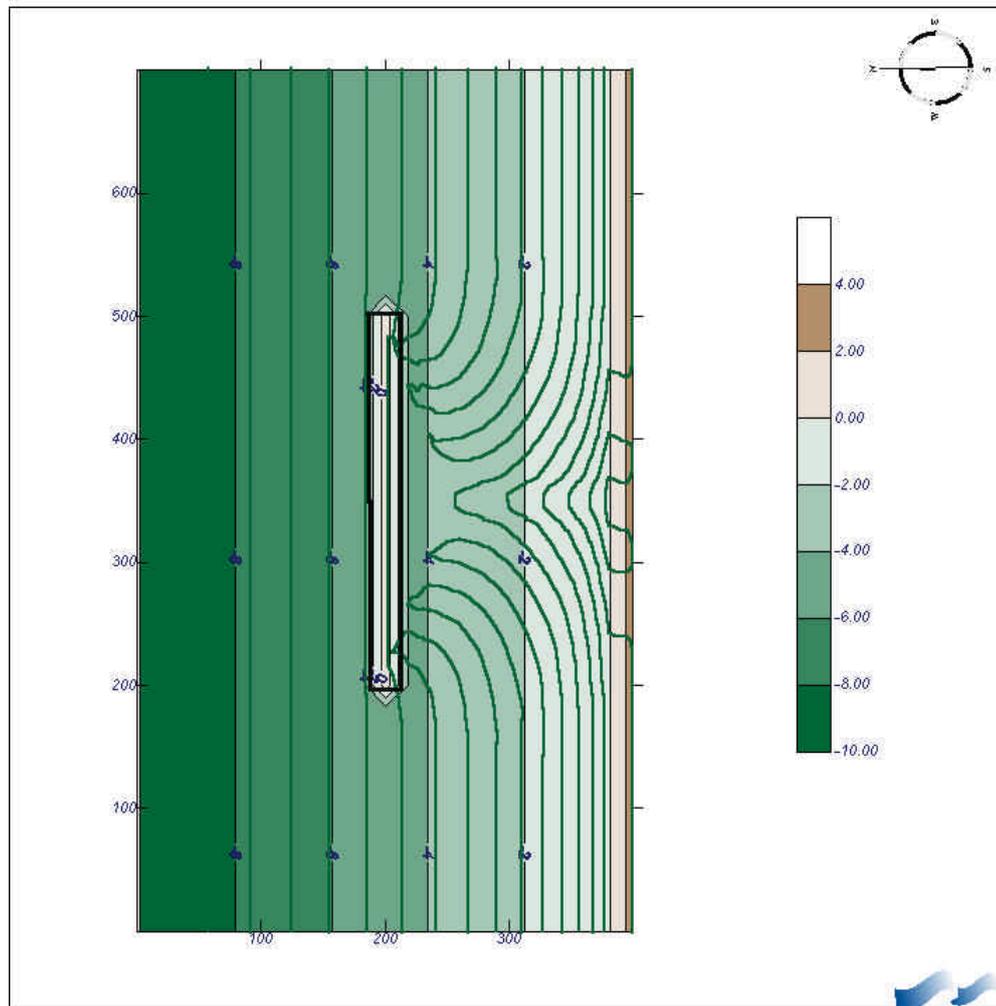


Figura 5.36

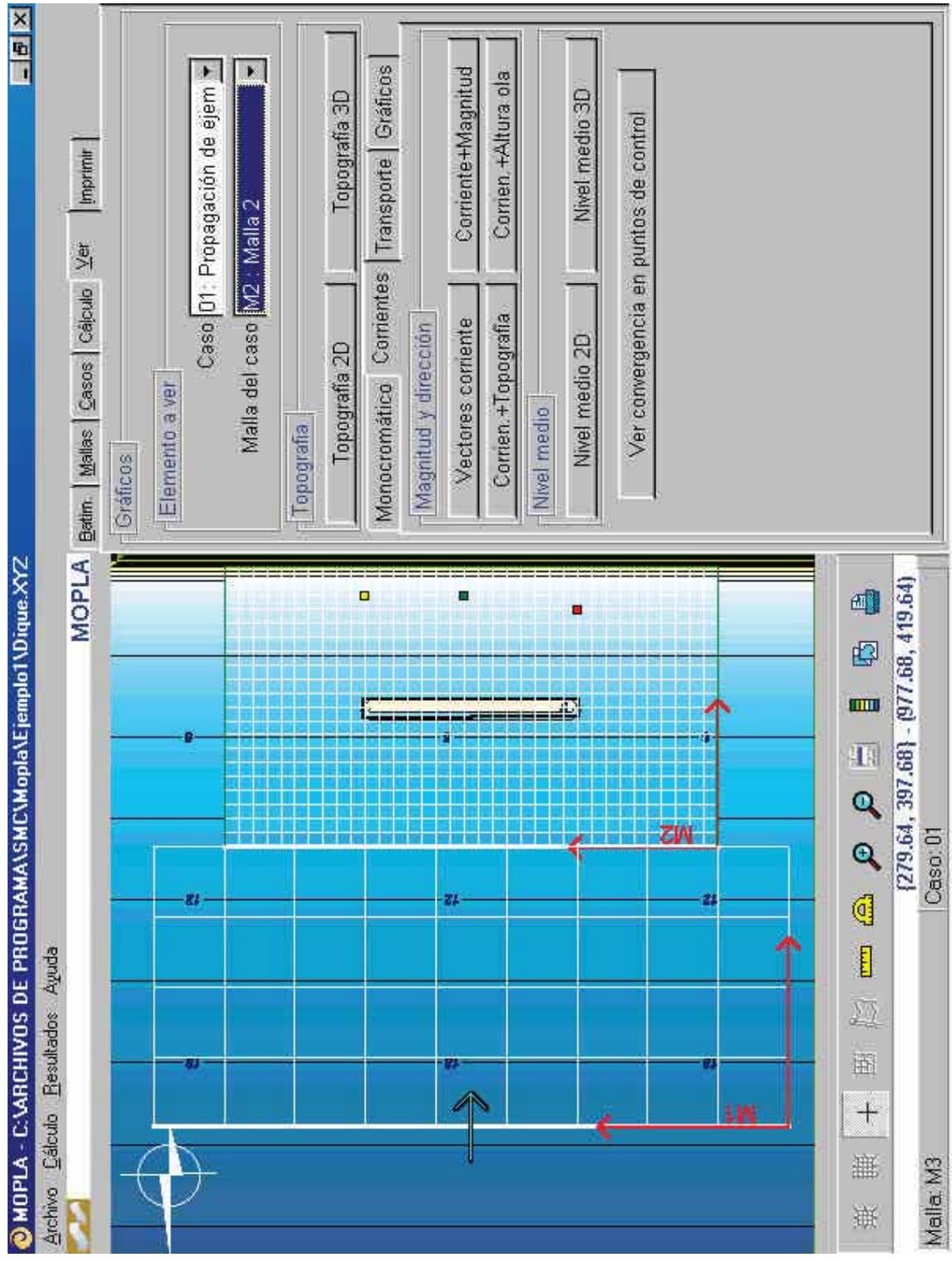


Figura 5.37

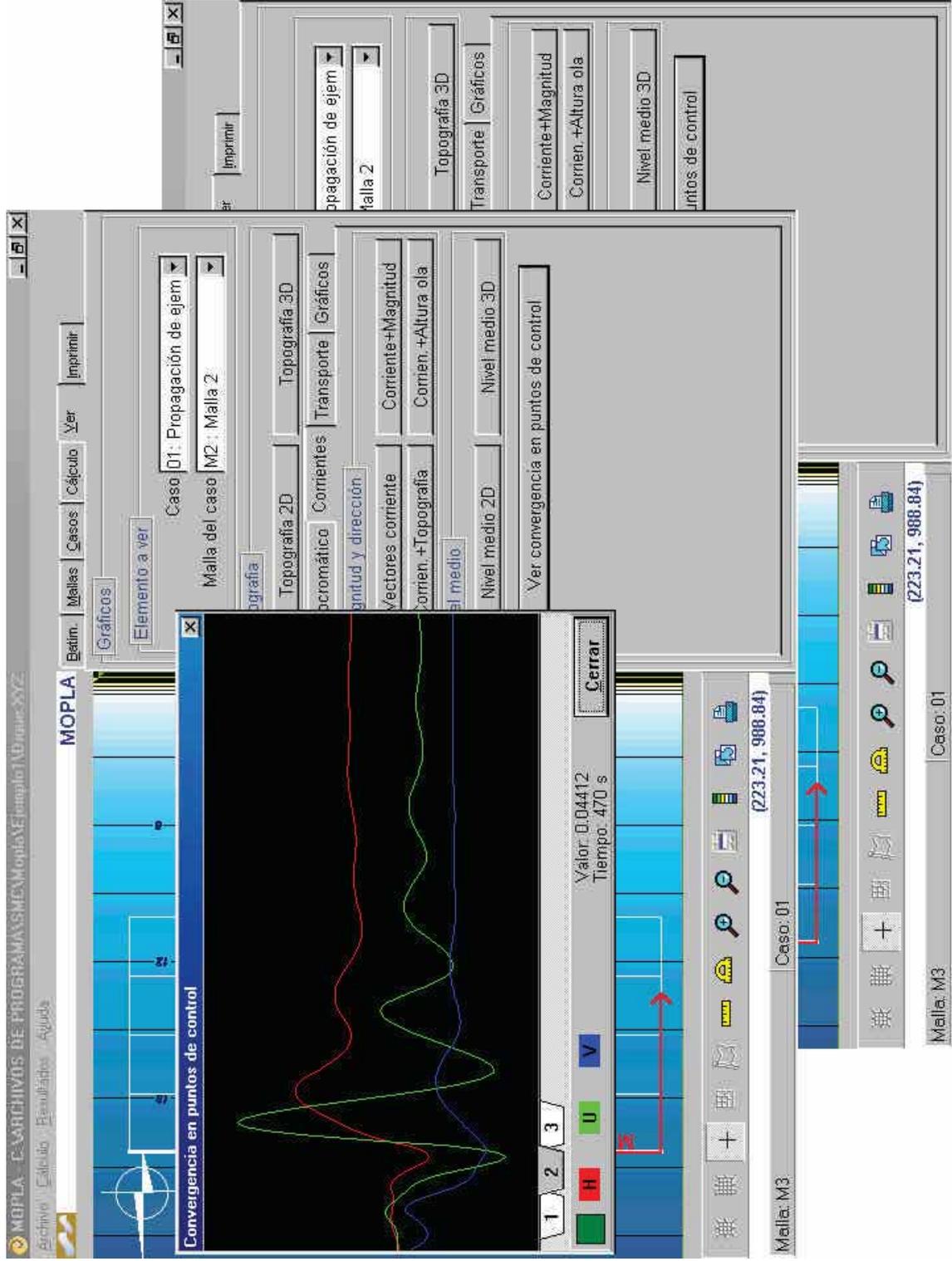


Figura 5.38



## Proyecto: Batimetría de ejemplo

Gráfico: *Velocidad de Corrientes*

**Caso monocromático: M201**

**M2:** Malla 2  
**01:** Propagación de ejemplo

Características de la simulación

OLUCA-MC	COPLA-MC	MOPLA-MC
Periodo T: 8 s Altura H: 2 m Dirección: 0° (N) Marea NM: 0 m	Chezy C: 10 m <sup>1/3</sup> /s Viscosidad de remolno: $\nu: 10 \text{ m}^2/\text{s}$	

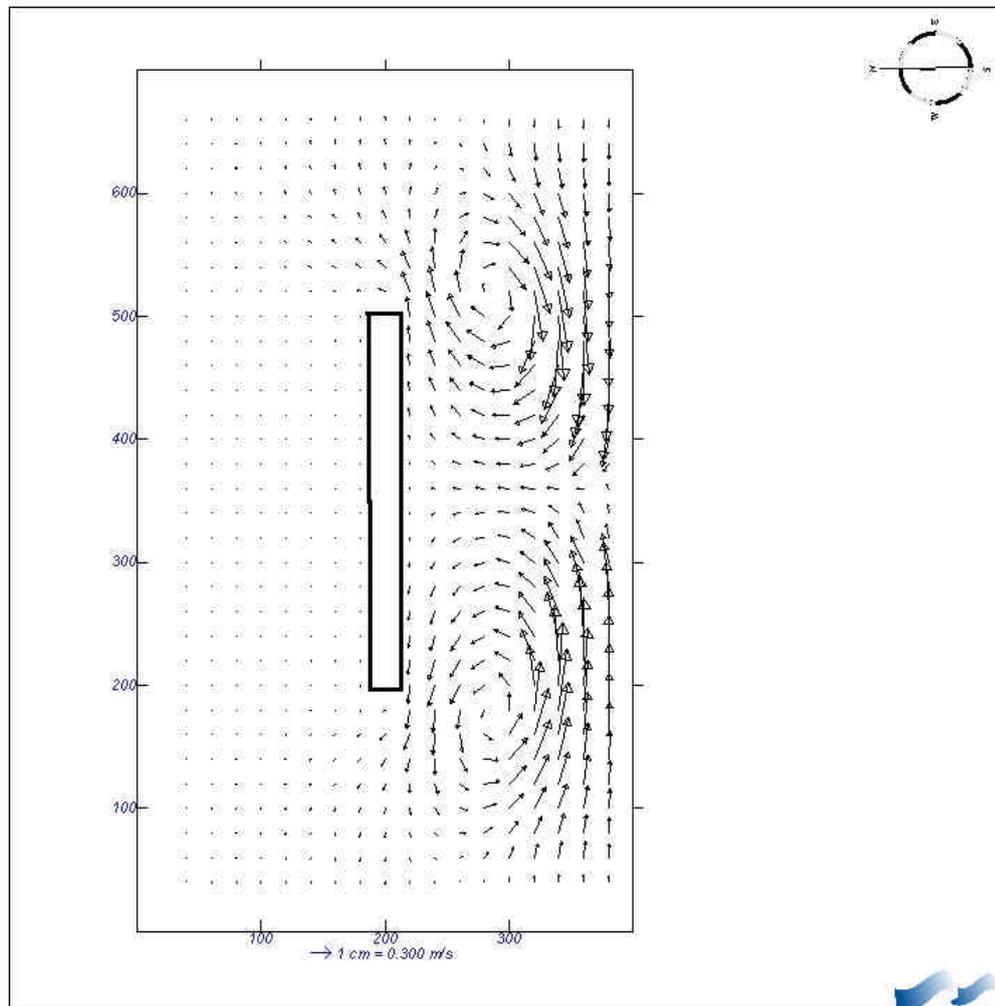


Figura 5.39



## Proyecto: Batimetría de ejemplo

Gráfico: Vectores corriente

Caso monocromático: M201

M2: Malla 2  
01: Propagación de ejemplo

Características de la simulación

OLUCA-MC	COPLA-MC	MOPLA-MC
Período T: 8 s Altura H: 2 m Dirección: 0° (N) Marea NM: 0 m	Chezy C: 10 m <sup>2</sup> /s Viscosidad de remolno $\nu$ : 10 m <sup>2</sup> /s	

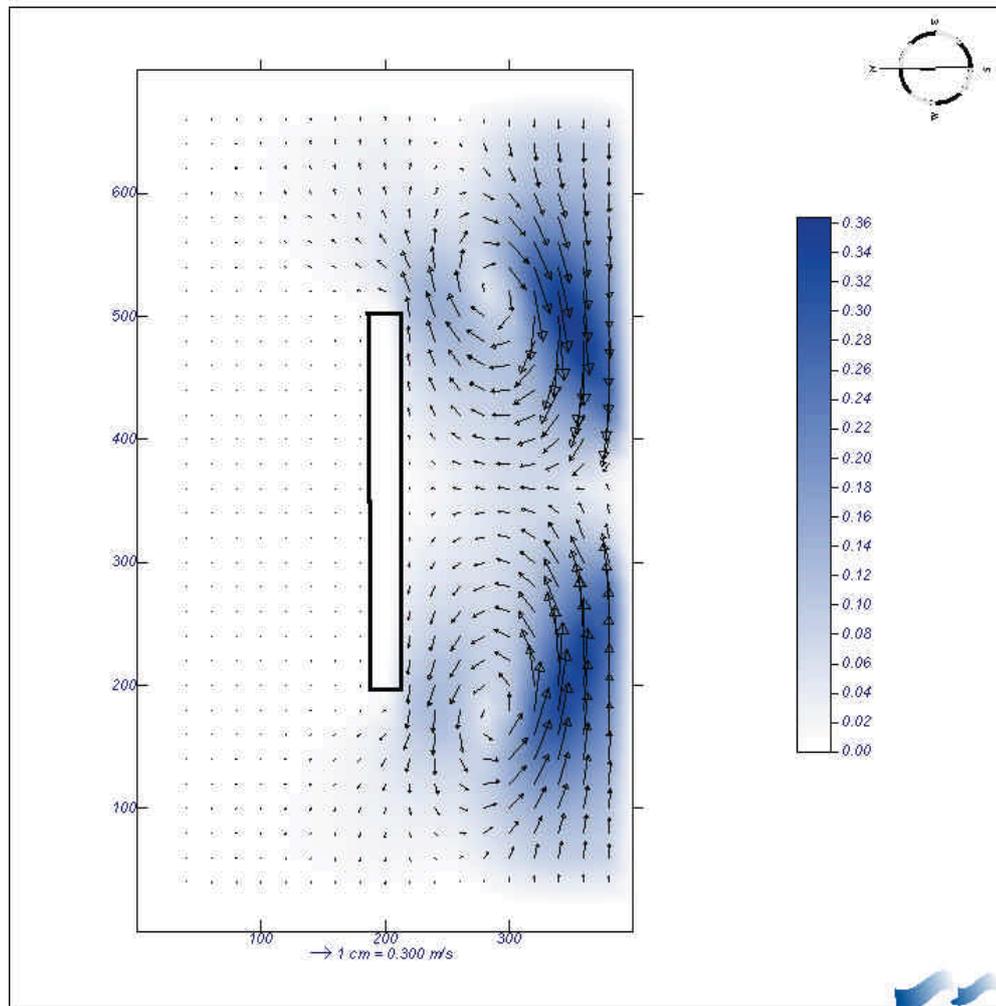


Figura 5.40



## Proyecto: Batimetría de ejemplo

Gráfico: Gráfico combinado de corrientes y topografía

Caso monocromático: M201

M2: Malla 2  
01: Propagación de ejemplo

Características de la simulación

OLUCA-MC	COPLA-MC	MOPLA-MC
Período T: 8 s Altura H: 2 m Dirección: 0° (N) Marea NM: 0 m	Chezy C: 10 m/s Viscosidad de remolno $\nu$ : 10 m <sup>2</sup> /s	

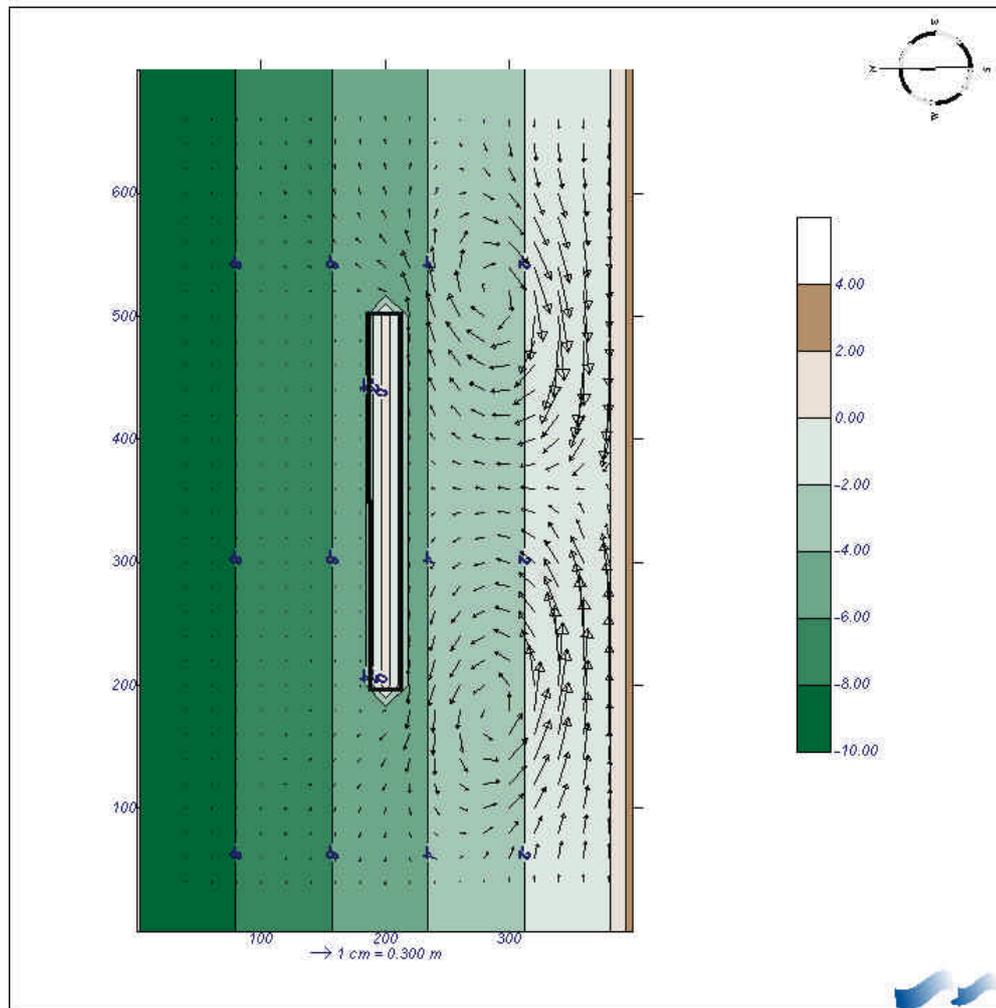


Figura 5.41



## Proyecto: Batimetría de ejemplo

Gráfico: Gráfico combinado de corrientes y altura de ola (zoom)

Caso monocromático: M201

M2: Malla 2  
01: Propagación de ejemplo

Características de la simulación

OLUCA-MC	COPLA-MC	MOPLA-MC
Período T: 8 s Altura H: 2 m Dirección: 0° (N) Marea NM: 0 m	Chezy C: 10 m/s Viscosidad de remolno $\nu$ : 10 m <sup>2</sup> /s	

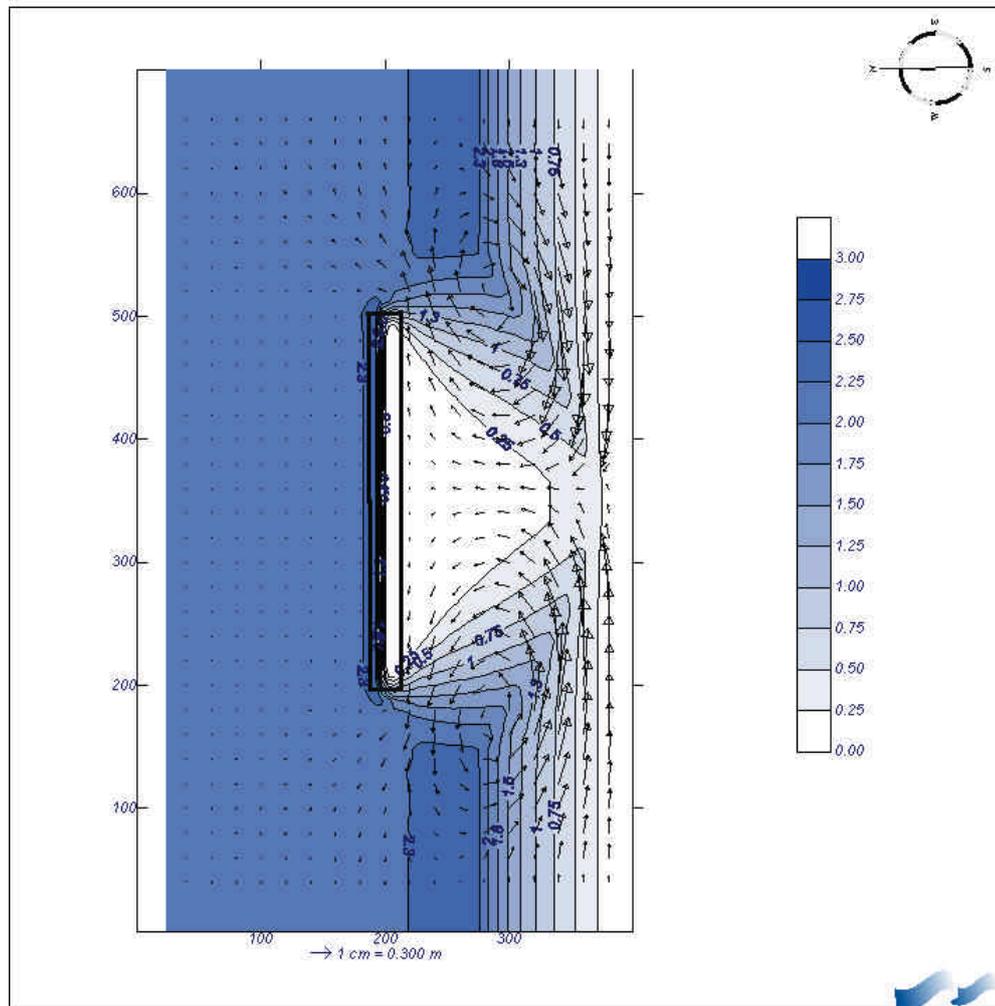


Figura 5.42



## Proyecto: Batimetría de ejemplo

Gráfico: Nivel Medio del Mar

Caso monocromático: M201

M2: Malla 2  
01: Propagación de ejemplo

Características de la simulación

OLUCA-MC	COPLA-MC	MOPLA-MC
----------	----------	----------

Periodo T: 8 s  
Altura H: 2 m  
Dirección: 0° (N)  
Marea NM: 0 m

Chezy C: 10 m/s  
Viscosidad de remolino  $\nu$ : 10 m<sup>2</sup>/s

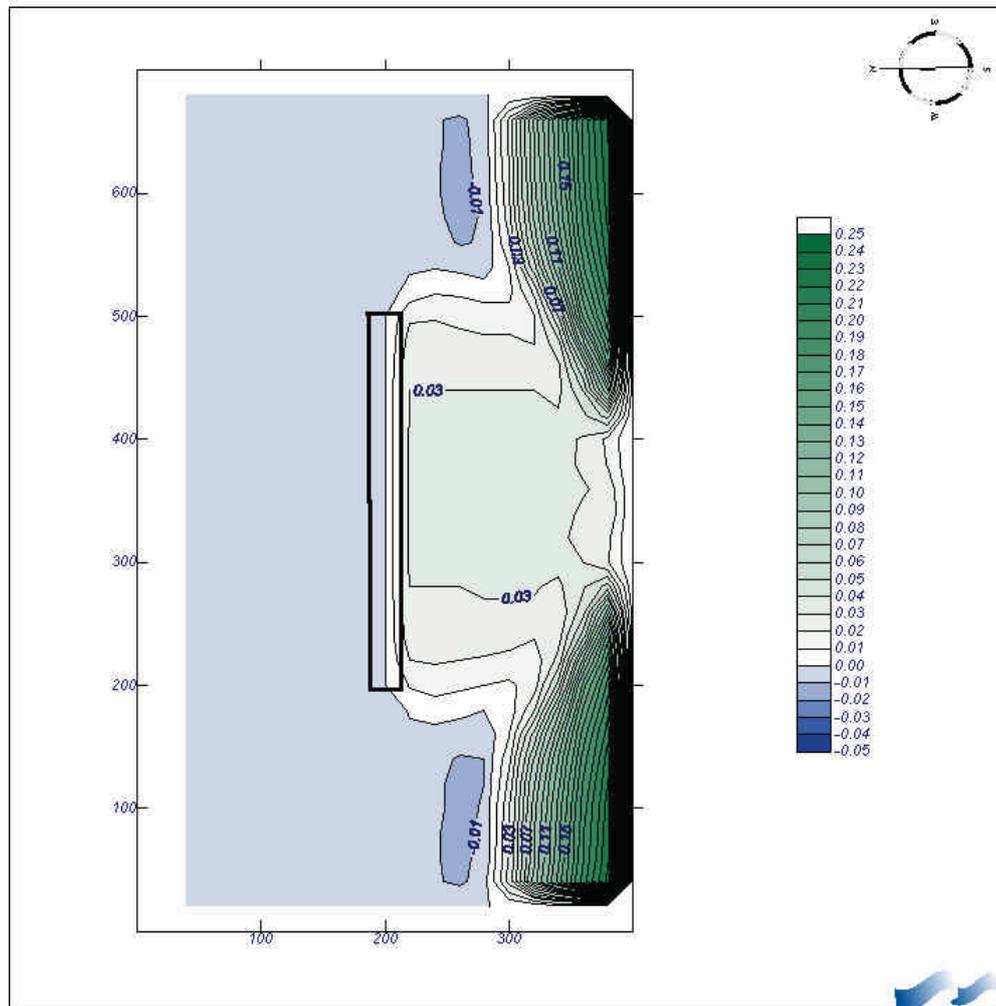


Figura 5.43



## Proyecto: Batimetría de ejemplo

Gráfico: Nivel Medio del Mar (3d)

**Caso monocromático: M201**

**M2:** Malla 2  
**01:** Propagación de ejemplo

Características de la simulación

**OLUCA-MC**

Periodo T: 8 s  
Altura H: 2 m  
Dirección: 0° (N)  
Marea NM: 0 m

**COPLA-MC**

Chezy C: 10 m<sup>1/3</sup>s

Viscosidad de remolino: 10 m<sup>2</sup>/s

**MOPLA-MC**

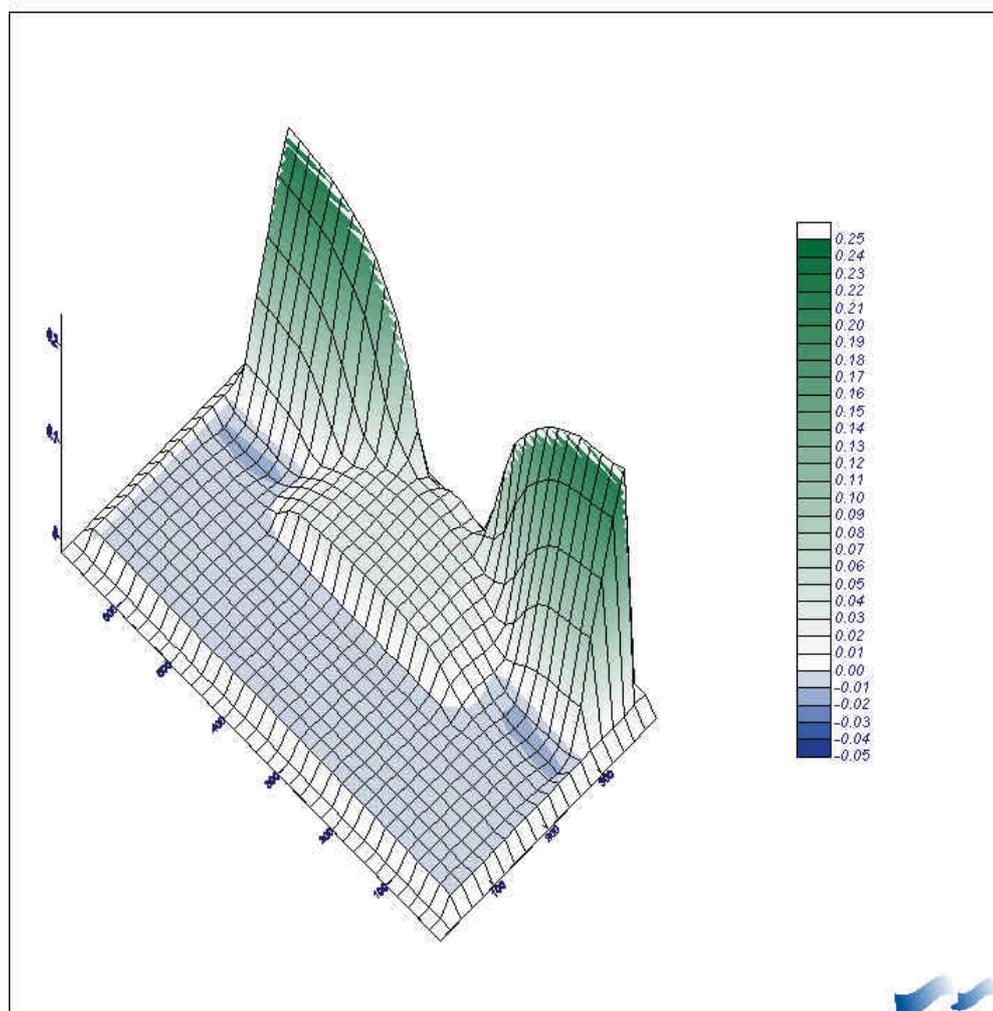


Figura 5.44

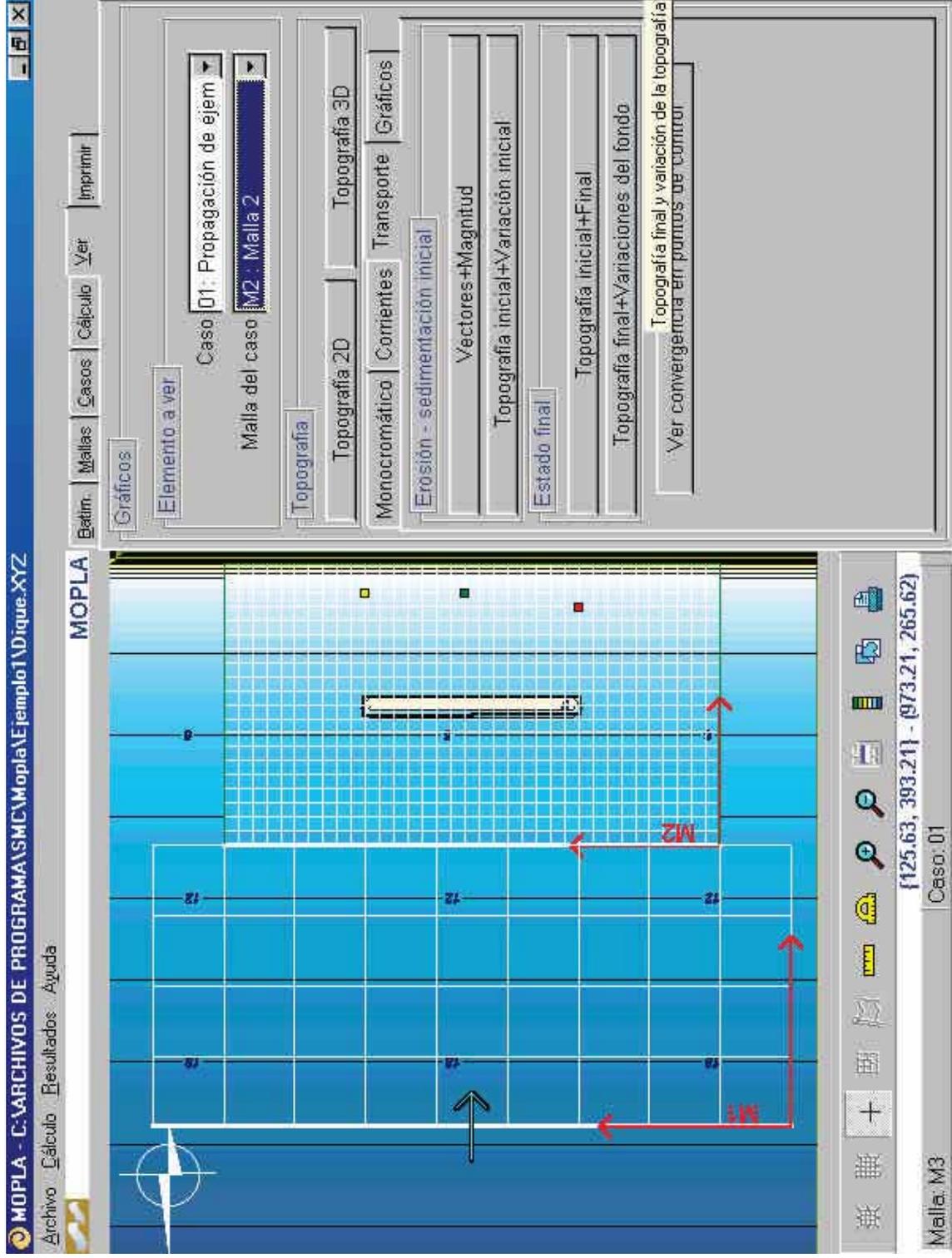


Figura 5.45



## Proyecto: Batimetría de ejemplo

Gráfico: Gráfico combinado de vectores de transporte y magnitud

**Caso monocromático: M201**

**M2:** Malla 2  
**01:** Propagación de ejemplo

Características de la simulación

OLUCA-MC	COPLA-MC	MOPLA-MC
Periodo T: 8 s Altura H: 2 m Dirección: 0° (N) Marea NM: 0 m	Chezy C: 10 m <sup>1/3</sup> s Viscosidad de remolino z: 10 m <sup>2</sup> /s	D <sub>50</sub> : 0.25 mm Duración: 24.0 h Formulación: Soulsby

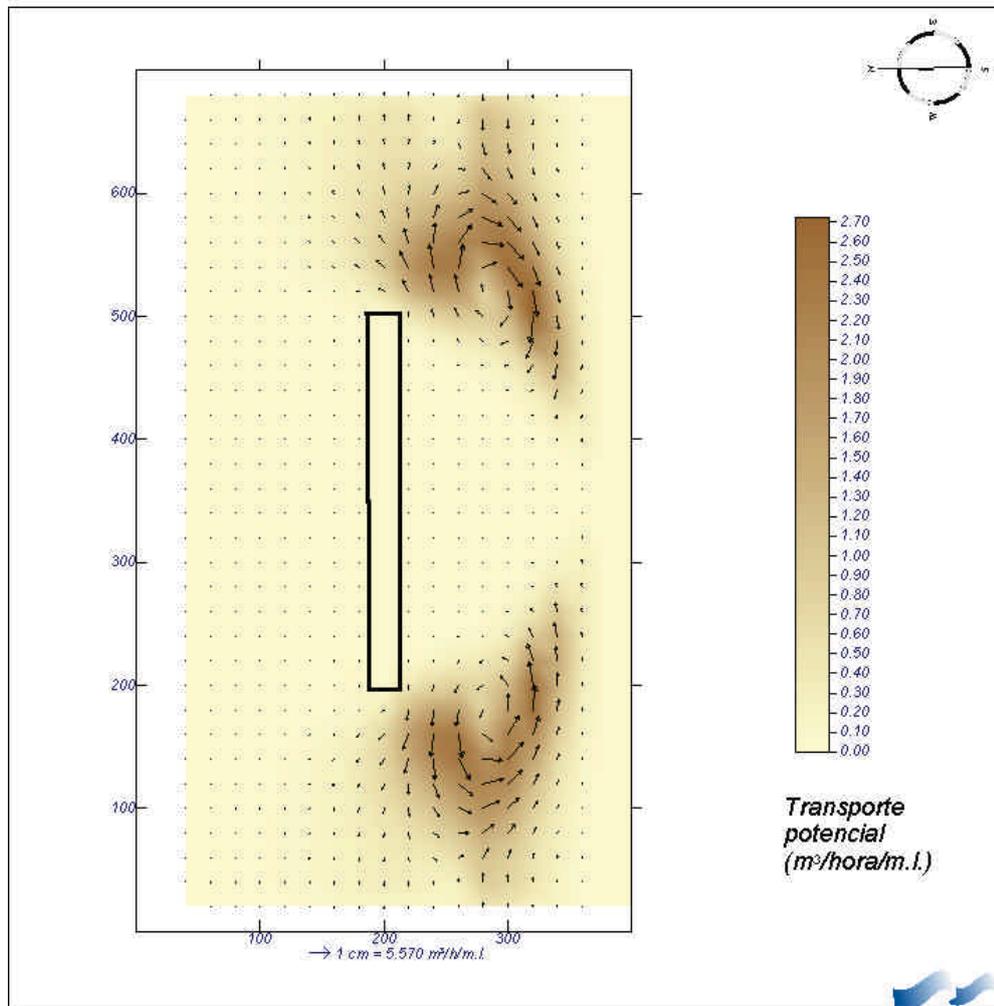


Figura 5.46



## Proyecto: Batimetría de ejemplo

Gráfico: Topografía inicial + variación inicial de la topografía

**Caso monocromático: M201**

**M2:** Malla 2  
**01:** Propagación de ejemplo

Características de la simulación

**OLUCA-MC**

Periodo T: 8 s  
Altura H: 2 m  
Dirección: 0° (N)  
Marea NM: 0 m

**COPLA-MC**

Chezy C: 10 m<sup>-1/3</sup>s  
Viscosidad de remolino z: 10 m<sup>2</sup>/s

**MOPLA-MC**

D<sub>50</sub>: 0.25 mm  
Duración: 24.0 h  
Formulación: Soulsby

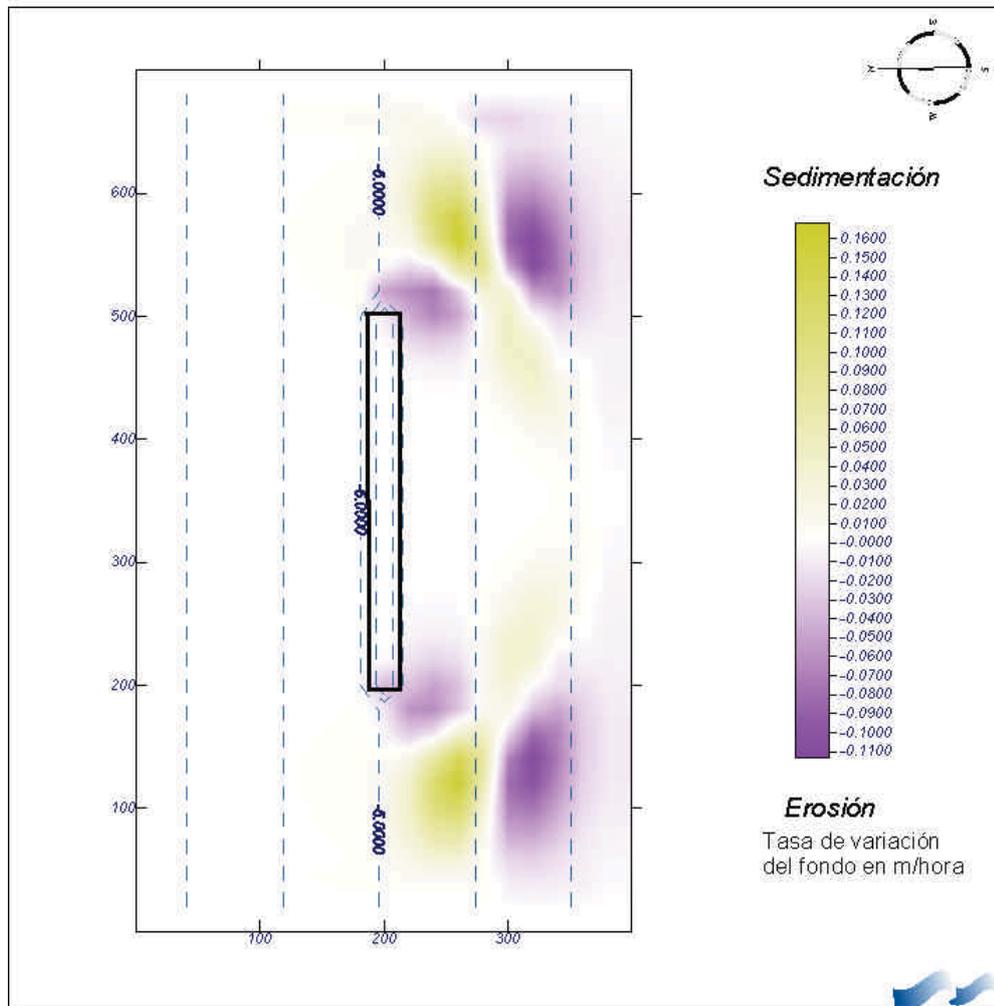


Figura 5.47



## Proyecto: Batimetría de ejemplo

Gráfico: Topografías inicial y final

**Caso monocromático: M201**

**M2:** Malla 2  
**01:** Propagación de ejemplo

Características de la simulación

OLUCA-MC	COPLA-MC	MOPLA-MC
Período T: 8 s Altura H: 2 m Dirección: 0° (N) Marea NM: 0 m	Chezy C: 10 m <sup>1/3</sup> s Viscosidad de remolino z: 10 m <sup>2</sup> /s	D <sub>50</sub> : 0.25 mm Duración: 240 h Formulación: Soulsby

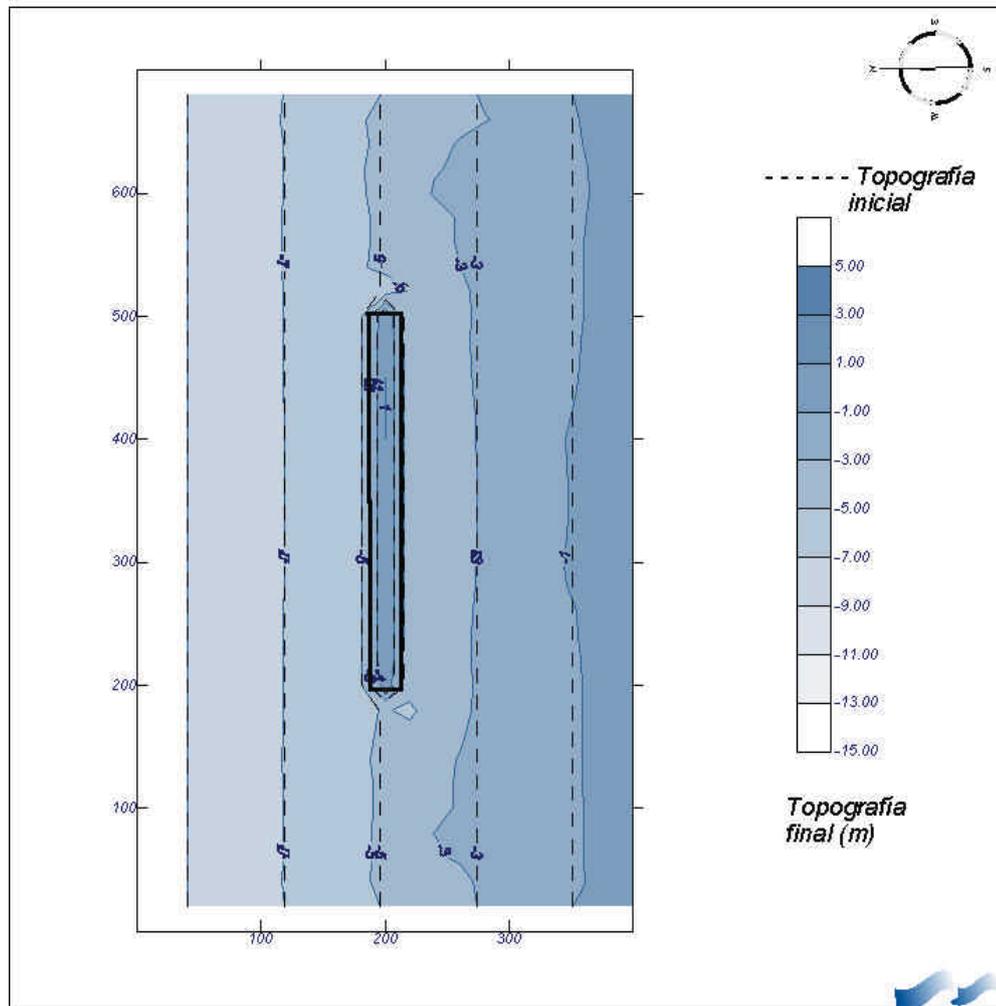


Figura 5.48



## Proyecto: Batimetría de ejemplo

Gráfico: Topografía final y variación de la topografía

**Caso monocromático: M201**

**M2:** Malla 2  
**01:** Propagación de ejemplo

Características de la simulación

OLUCA-MC	COPLA-MC	MOPLA-MC
Período T: 8 s Altura H: 2 m Dirección: 0° (N) Marea NM: 0 m	Chezy C: 10 m <sup>1/3</sup> Viscosidad de remolino z: 10 m <sup>2</sup> /s	D <sub>50</sub> : 0.25 mm Duración: 24.0 h Formulación: Soulsby

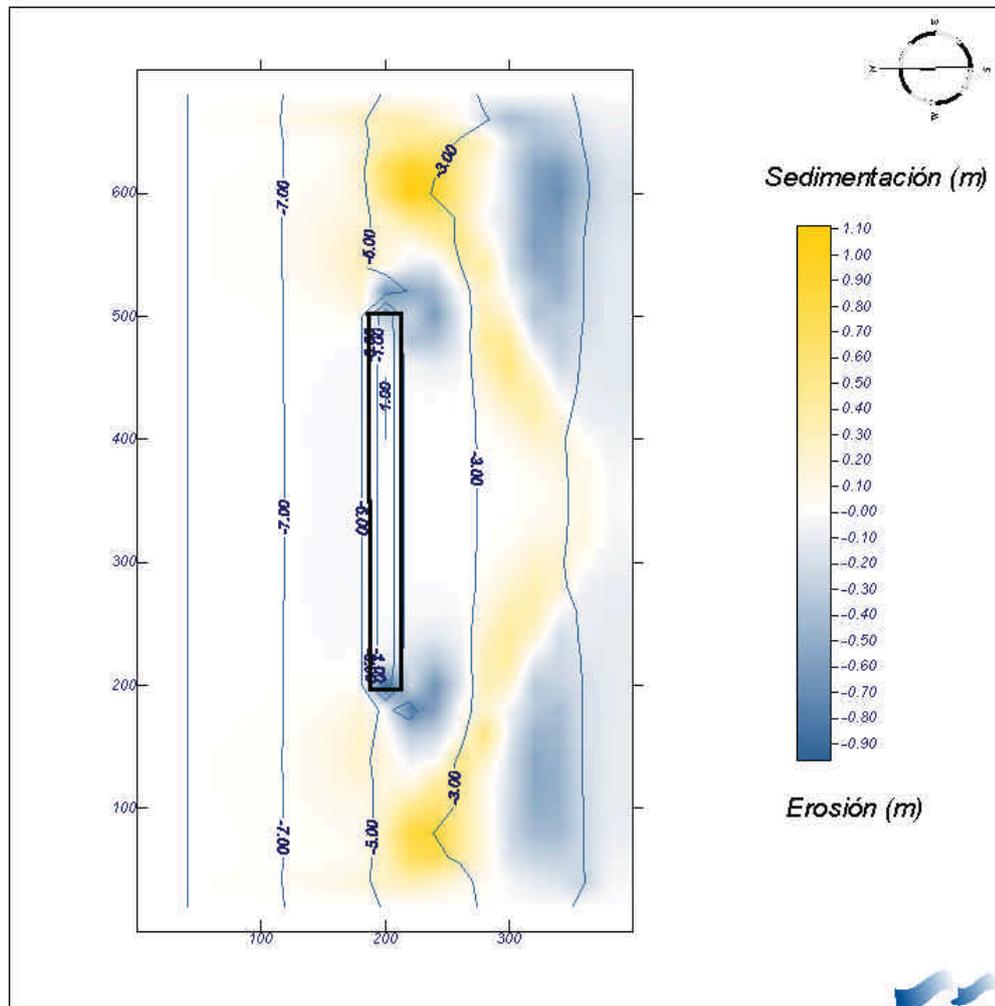


Figura 5.49



Finalmente, en la subpágina de *Gráficos* aparecen aquellos gráficos del caso, de los cuales se han guardado su formato a efectos de impresión (ver figura 5.50).

Merece la pena comentar que, en los gráficos de resultados, aunque en algunos casos se han respetado las opciones de gráfico que figuraban por defecto, en otros casos se han modificado éstas, con el fin de obtener una mejor definición en los gráficos. Además, hay que tener en cuenta que, en el caso de que se haya especificado en la generación del caso que se guarden resultados de zoom en la última malla, se podrán generar determinados gráficos con esta información (fundamentalmente en los gráficos con frentes de ola, fases, y superficies libres).

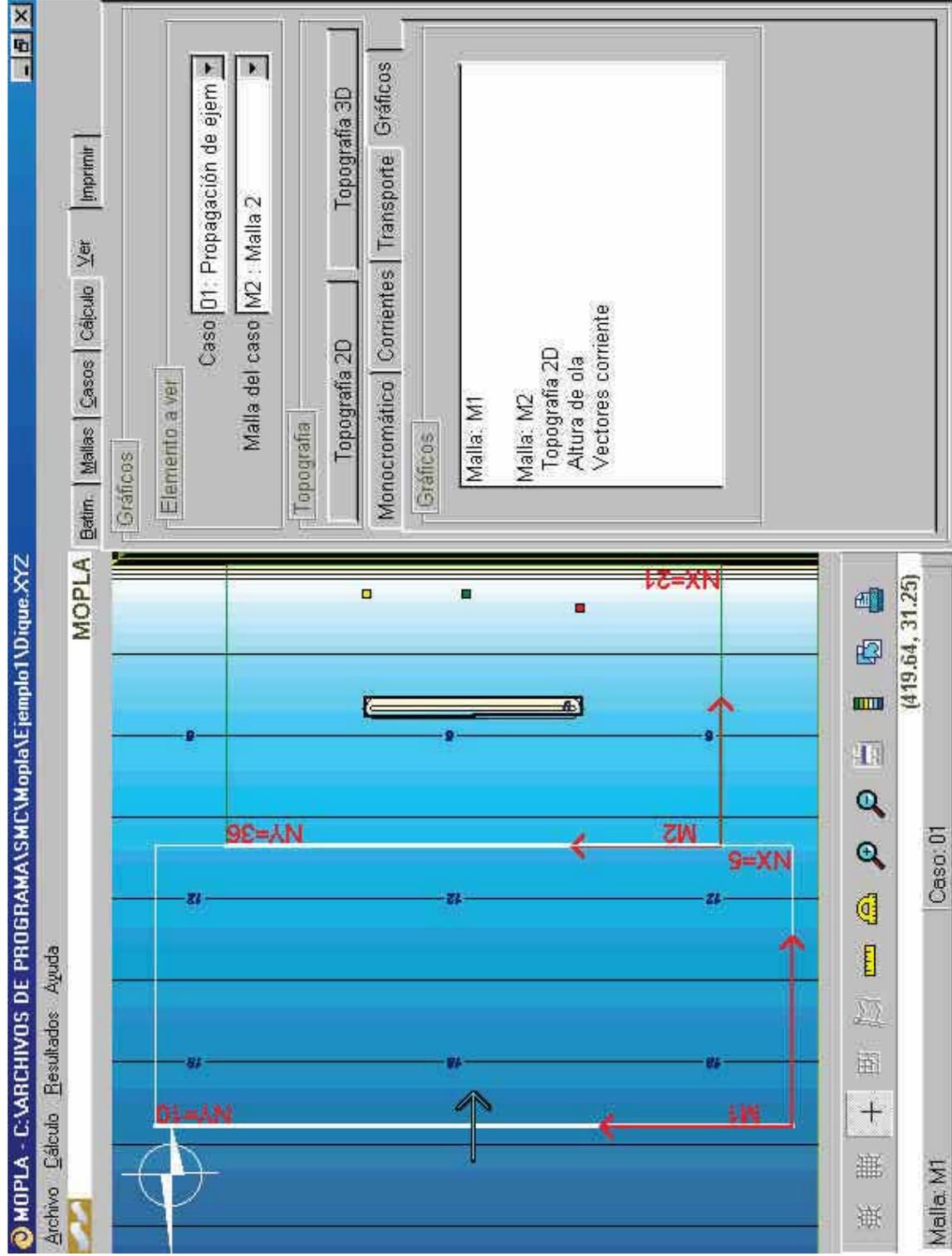


Figura 5.50



### **6. Imprimir los resultados:**

Los resultados se pueden imprimir desde la página *Imprimir* en hojas con formato A4. El formato de las páginas de salida (títulos, parámetros, información del **caso**, descripciones, etc) son los que se han mostrado en las figuras anteriores.

Una vez en la página de *Imprimir* se puede pulsar el botón de “Añadir” (primero bajo la lista) y se adicionan casos a la lista.

En el menú que aparece, seleccionar el caso, malla y gráficos deseados. En la parte inferior se permite asociar un formato de gráfico para los dibujos, los cuales se definieron previamente en la página de *Ver*.

Una vez se han definido los gráficos de los **casos**, estos se pueden sacar directamente por impresora, pulsando el botón “Imprimir”, o enviarlos directamente al Surfer.

Una descripción del manejo de la Cola de Cálculo y la Cola de Impresión, se recoge al final del Capítulo 4, y en el Anejo III de este manual.



### 5.3 Tutor caso 2: ejemplo de la playa de Plencia-Gorliz en Vizcaya (oleaje espectral)

#### ¿Qué puede usted aprender en este tutor?

En el tutor anterior se ha definido todo lo necesario para poder trabajar con el programa, siempre y cuando se esté en un **caso** de propagación de oleaje monocromático. En esta sección se describirá paso a paso cómo plantear y resolver un caso sometido a oleaje espectral. Tras seguir este tutor, usted tendrá los conocimientos necesarios para un manejo del programa cuando se necesite propagar un oleaje espectral.

#### 1. *Abrir una batimetría:*

El primer paso indispensable para comenzar a trabajar es cargar una batimetría del disco. Para ello se puede proceder de dos formas diferentes; pulsando el botón “página de batimetría|Abrir batimetría” o seleccionando la opción de menú *Archivo|Abrir batimetría*. Al hacer esto aparecerá el diálogo de *Abrir batimetría*.

Para este tutor leerá la batimetría que se encuentra en el directorio **ejemplo2**, el cual se localiza dentro del directorio en el que se instaló el programa Mopla y, que corresponde a una batimetría de la playa de Plencia. Para ello, es necesario situarse en el directorio, seleccionar el fichero **Plencia.xyz**, y pulsar el botón “Aceptar” (ver figura 5.51). En el directorio **ejemplo2**, aparecerán todas las mallas y casos que se van a crear en el Tutor 2. Dado que en el subdirectorio **ejemplo2** ya están creadas las mallas y casos que se describirán a continuación; este directorio solo será utilizado por el usuario para ejecutar y ver resultados. En el caso que el usuario desee seguir los pasos del tutor, debe hacerlo llamando la batimetría **Plencia.xyz**, localizada en el subdirectorio **Plencia**. En este subdirectorio sólo aparece la batimetría sin ninguna malla ni **casos**.

Hay que tener en cuenta que, además de un archivo de batimetría, el cual es obligatorio, puede existir un archivo de costa. Este último archivo opcional se debe denominar con el mismo nombre que el de batimetría, pero con extensión “.cos” (ver los formatos de estos archivos en el Anejo IV de este manual).

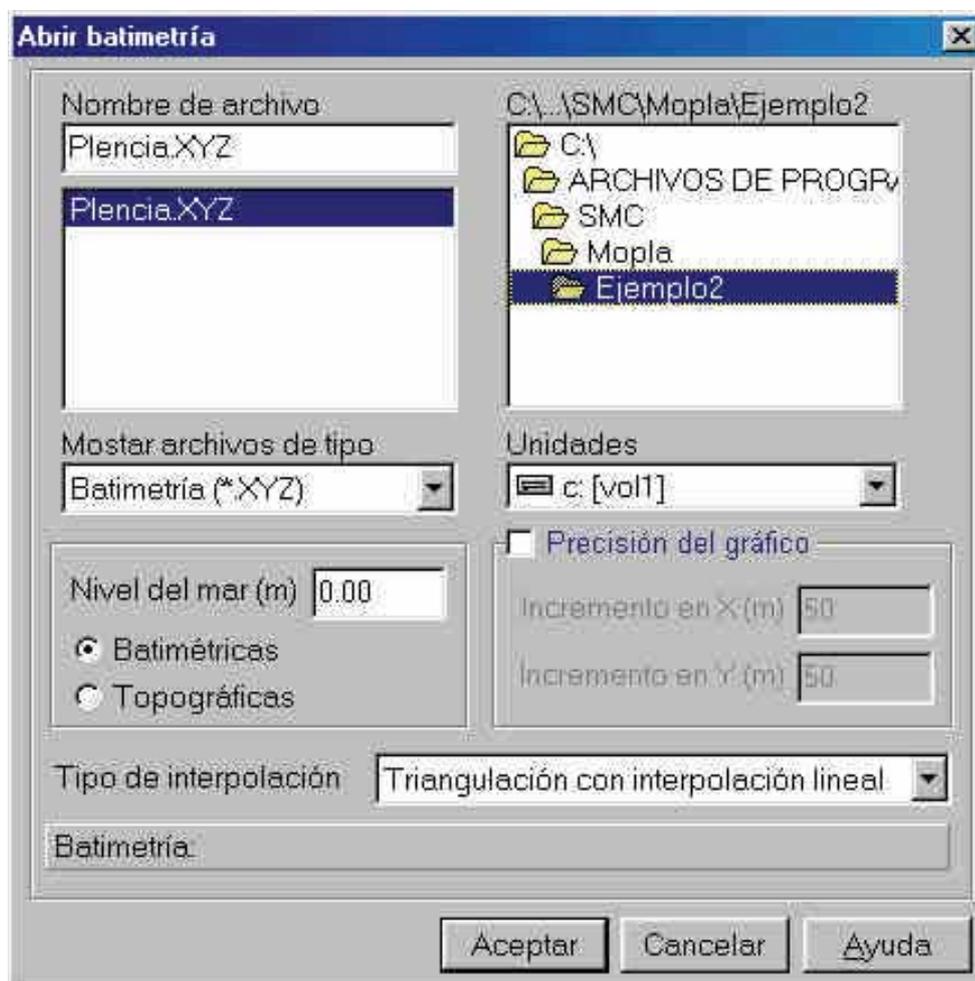


Figura 5.51

A continuación de abrir la batimetría, el programa Mopla ejecutará Surfer para obtener un dibujo de la misma. Este dibujo es el que aparece ahora en la ventana gráfica.



Dado el caso en el que no se está localizado en la página de *Batimetría*, moverse a ella pulsando con el ratón sobre la etiqueta *Batimetría* en la parte superior del panel principal. En la página de *Batimetría* se debe ver ahora el directorio donde se encuentra ésta (que en este caso será el subdirectorio **ejemplo2** del directorio en el que haya instalado el programa), su nombre (**Plencia.xyz**), una descripción en principio vacía y una serie de valores en los rangos numéricos. Estos valores informan de las dimensiones de la batimetría que, en este caso, va de cero a 3360 metros en el eje  $x$ , de cero a 4667 en el eje  $y$  y una batimétrica máxima de 57.57 metros y mínima de -10.07 metros en tierra (ver figura 5.52).

Lo primero que vamos a hacer es cambiar la descripción de la batimetría, para ello sitúe el puntero del ratón sobre el campo “Descripción” y pulse el botón izquierdo; aparecerá un cursor intermitente que indica que puede usted editar el texto. Escriba ahora un pequeño texto que sirva de descripción a la batimetría, por ejemplo: “Batimetría de Plencia”. No es necesario que confirme la descripción, se grabará automáticamente en el disco al cerrar el programa o al cambiar de batimetría.

Presionar el botón de “Aceptar”. En este momento el programa Surfer interpola la batimetría y la muestra gráficamente en la pantalla.

Antes de cualquier acción, definir la dirección del Norte a  $0^\circ$ . Luego pulsar el botón “Fijar” (ver figura 5.52).

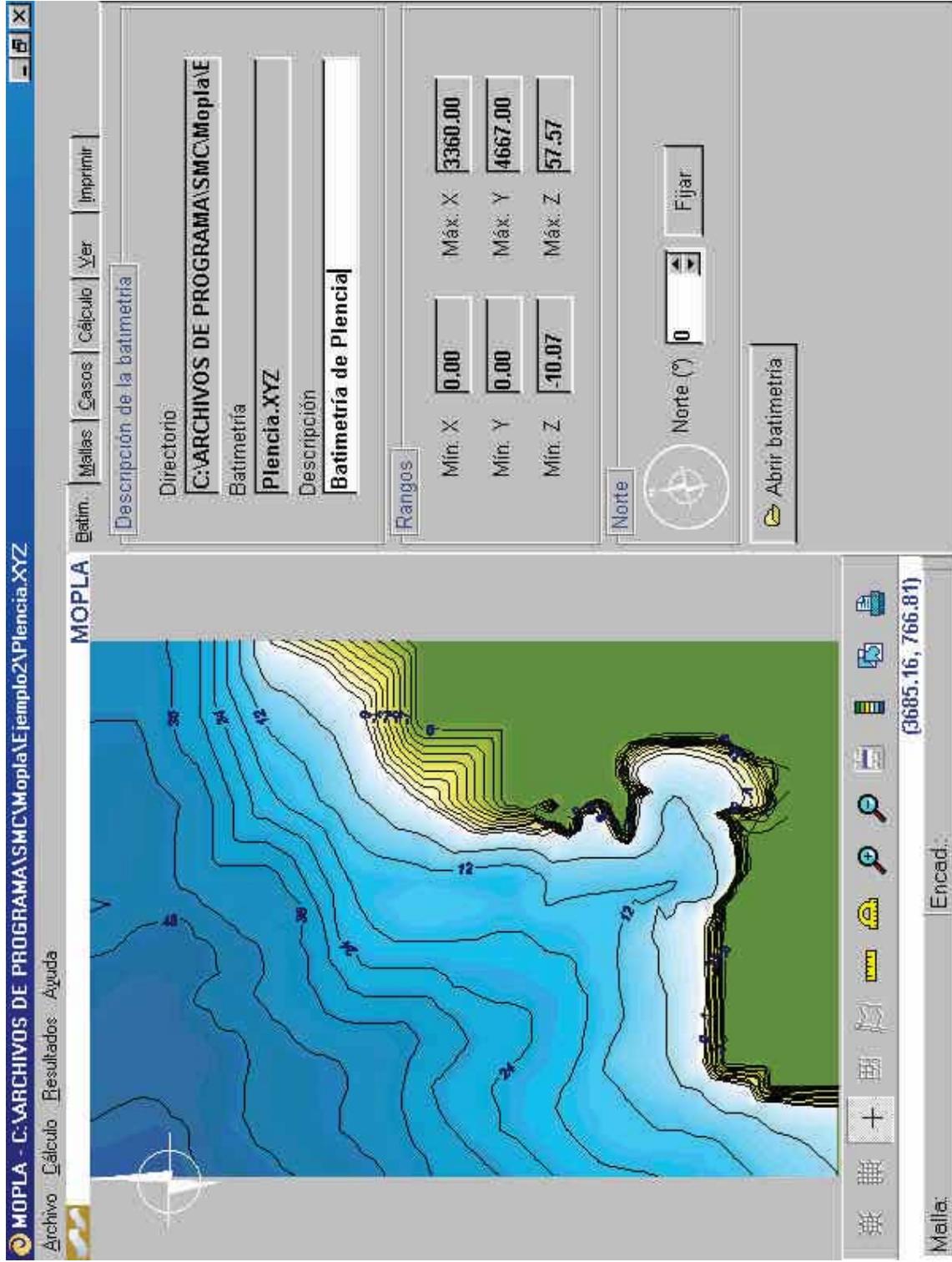


Figura 5.52



## 2. Generar mallas:

El programa de propagación efectúa las simulaciones basándose en los valores de batimetría en los puntos de una malla rectangular; por lo tanto, antes de realizar algún cálculo es necesario crear al menos una malla. Para este ejemplo se van a crear 2 mallas.

### • Crear la malla M1:

Como primer paso, sitúese en la página de *Mallas*. Pulsar el botón de “Crear malla” o bien seleccionar la herramienta gráfica de crear mallas; esto se hace pulsando el primer botón a la izquierda de la serie que se encuentra bajo la ventana gráfica. Observe que el botón se queda pulsado.

Ahora, con el puntero sobre la batimetría de la ventana gráfica, pulse el botón izquierdo del ratón y sin soltarlo mueva el puntero a otra posición, verá que una línea une ambos puntos; ahora suelte el botón y vuelva a mover el puntero a otro lado, habrá definido un rectángulo. Si ahora vuelve a pulsar el botón izquierdo del ratón (esta vez sin mantenerlo pulsado) aparecerá el diálogo de Clave. Debe introducir una clave de dos letras que defina la malla. Introduzca la clave “M1”.

Al pulsar el botón de “Aceptar” del diálogo de clave, se puede ver, como en la parte superior de la página de *Mallas* (ver figura 5.53), el campo de clave se ha rellenado con la clave que se acaba de introducir; de igual forma, los campos que especifican la geometría de la malla activa reflejan los valores de la malla recién creada.

Ahora en la página de *Mallas* rellenar los siguientes campos:

- Origen:  $x = 0.0$  m,  $y = 0.0$  m.
- Rumbo: Ángulo =  $0^\circ$ .
- Dimensiones:  $x = 1697.04$  m,  $y = 4666.86$  m. (fijar las dimensiones) y,
- Divisiones: filas  $x=13$ , columnas  $y=34$ .

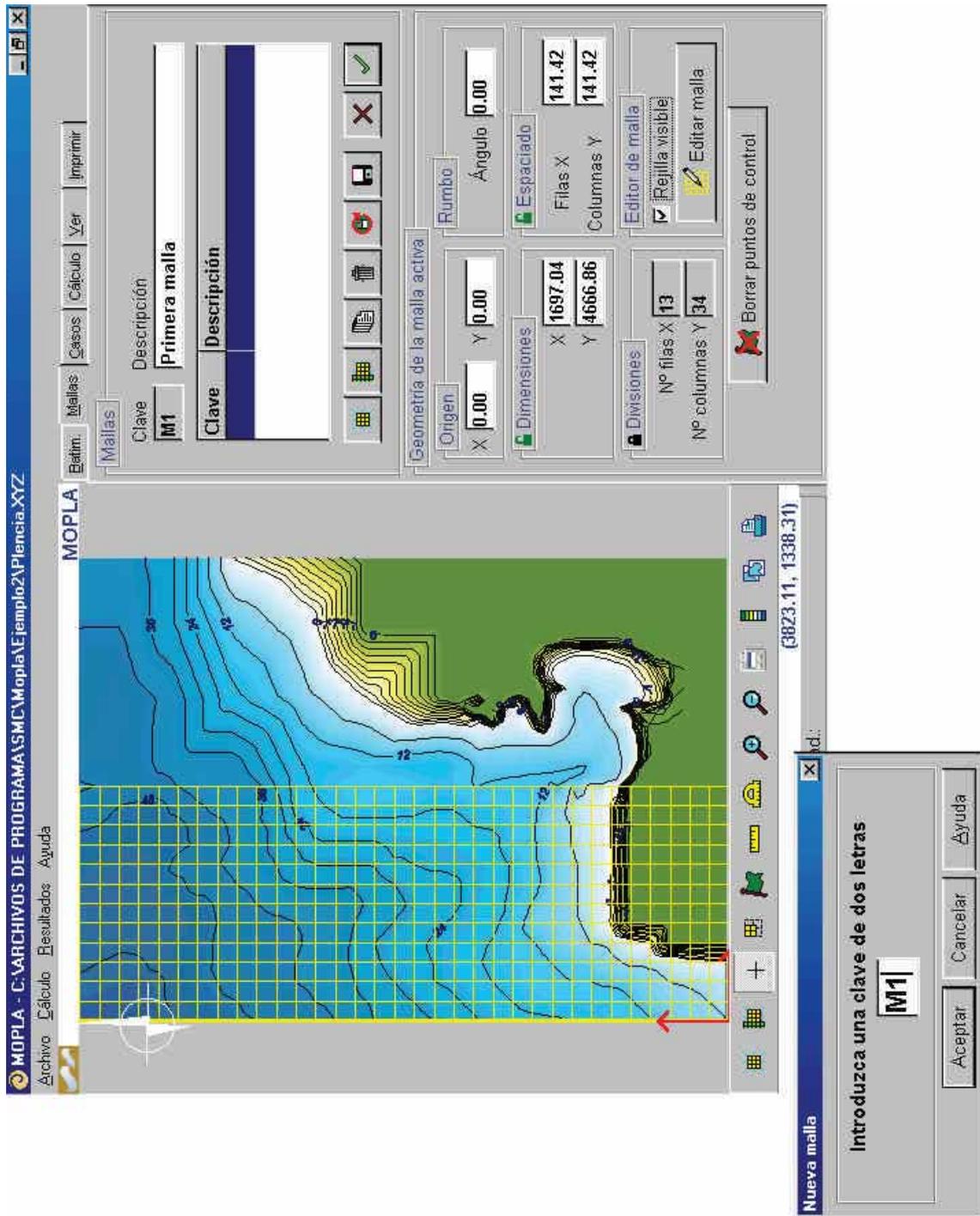


Figura 5.53



Para introducir estos valores, se siguen los siguientes pasos:

- Se bloquean las divisiones pulsando en el botón del candado que está a la izquierda de la etiqueta correspondiente.
- Luego, en el campo Dimensiones x, se cambia el valor existente por 1697.04.
- Se pulsa la tecla Tab y al hacerlo se ve que el cursor se mueve al campo Dimensiones y; a continuación se escribe 4666.86 en el campo de Dimensiones y, y se bloquean con el candado las dimensiones.
- Luego en el campo de Filas x se escribe 13 y pulsando Tab el cursor se moverá al campo Columnas y, cambiando automáticamente el valor del espaciado entre filas a 141.42 m.
- A continuación se escribe 34 para las Columnas en y.
- Finalmente se pulsa el botón “Grabar en disco”.

Ahora, activar la opción de “Rejilla visible”, y finalizar con la descripción de la malla, introduzca por ejemplo “Primera malla” (ver figura 5.53).

Una vez hecho esto, si pulsa el botón de “Grabar en disco”, el programa llamará al Surfer y acto seguido pondrá la clave y la descripción de la malla en la lista de mallas; en esta lista sólo están las mallas que están grabadas en el disco.

#### • Crear la malla M2:

La malla M2 es una malla encadenada a la M1. Pulsar el botón de “Crear malla encadenada” en la página de *Mallas* o bien seleccionar la herramienta gráfica de crear mallas encadenadas; esto se hace pulsando el segundo botón a la izquierda de la serie que se encuentra bajo la ventana gráfica.

Ahora, localizar el ratón sobre la batimetría de la ventana gráfica en la columna 3 de la malla M1, pulse el botón izquierdo del ratón y sin soltarlo mueva el puntero hasta la columna 13 de la malla M1 y extender la malla. En ese momento, soltar el botón y aparecerá el diálogo de Clave. Debe introducir una clave de dos letras que defina la malla. Introduzca la clave “M2”, como nodo inicial escribir 3 y



como nodo final 13. También es necesario introducir la relación de columnas entre la malla M2 y la M1. Escribir 4. (Malla exterior  $DYR_E=141.42$  m, Malla detalle  $DYR_D=35.35$  m).

Es de resaltar que sólo pueden realizarse cambios en los campos dimensiones en x, filas en x y espaciado entre filas. Esto se hace con el fin de mantener fijos los campos en y del encadenamiento.

Dado que se desea que la malla tenga una longitud de 1201.9 m en el eje x y un número de filas de 35 (ver figura 5.54), para ello se siguen los siguientes pasos:

- Se bloquean las divisiones.
- Entrando en las dimensiones en x, se cambia el valor a 1201.9 m, bloqueando luego las dimensiones.
- Localizándose en el campo divisiones en x se escribe 35.
- Pulsando bajo la pantalla gráfica el botón de “Añadir/quitar puntos de control”, localizamos los cuatro puntos de control de corrientes que se muestran en la figura 5.55.
- Finalmente, dar como descripción “Malla detalle” y salvar la malla pulsando el botón de “Grabar en disco” (con el dibujo del disco). Tras grabar la malla, el programa llama de nuevo a Surfer y luego la malla M2 aparece en la lista.

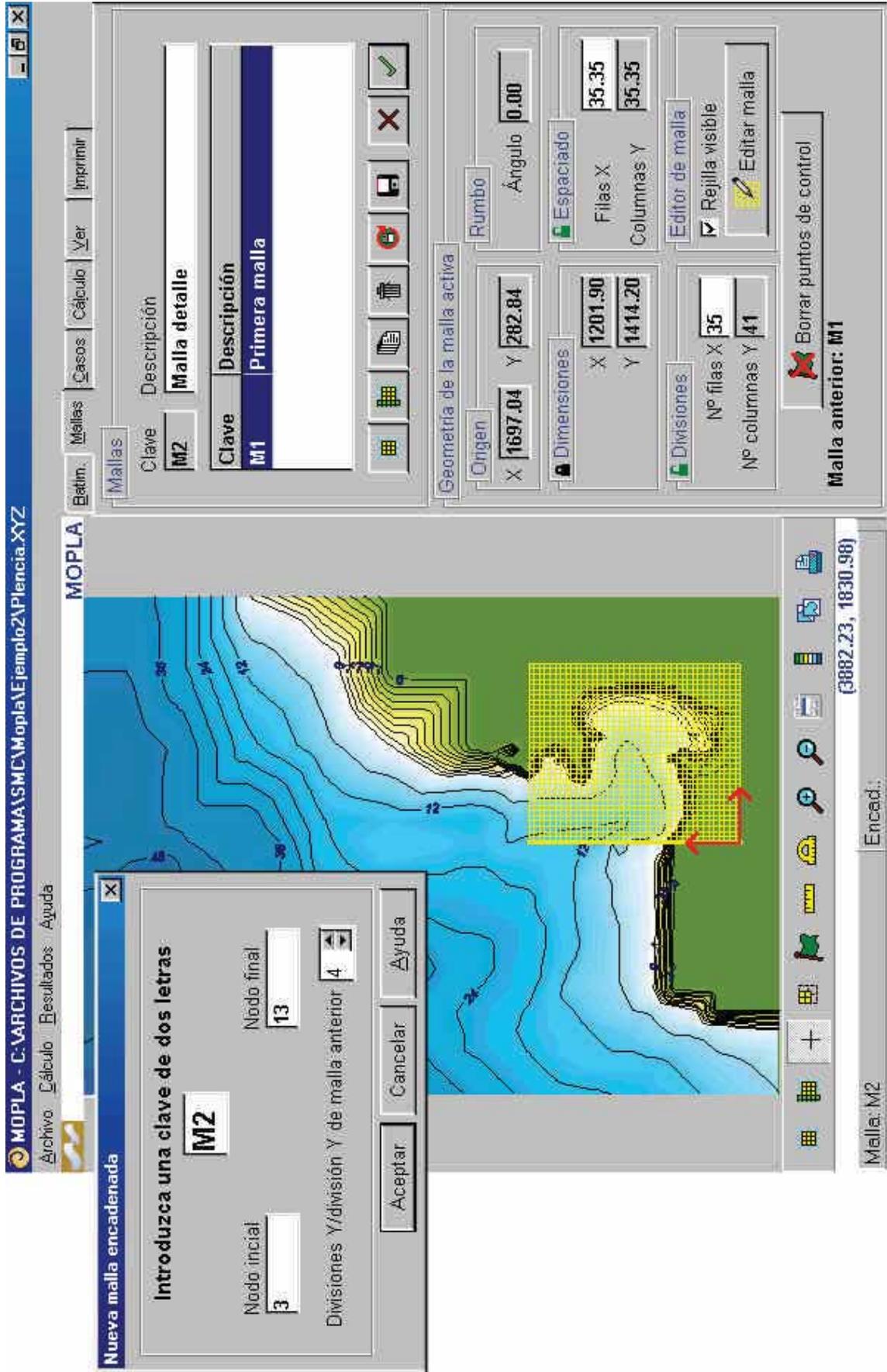


Figura 5.54

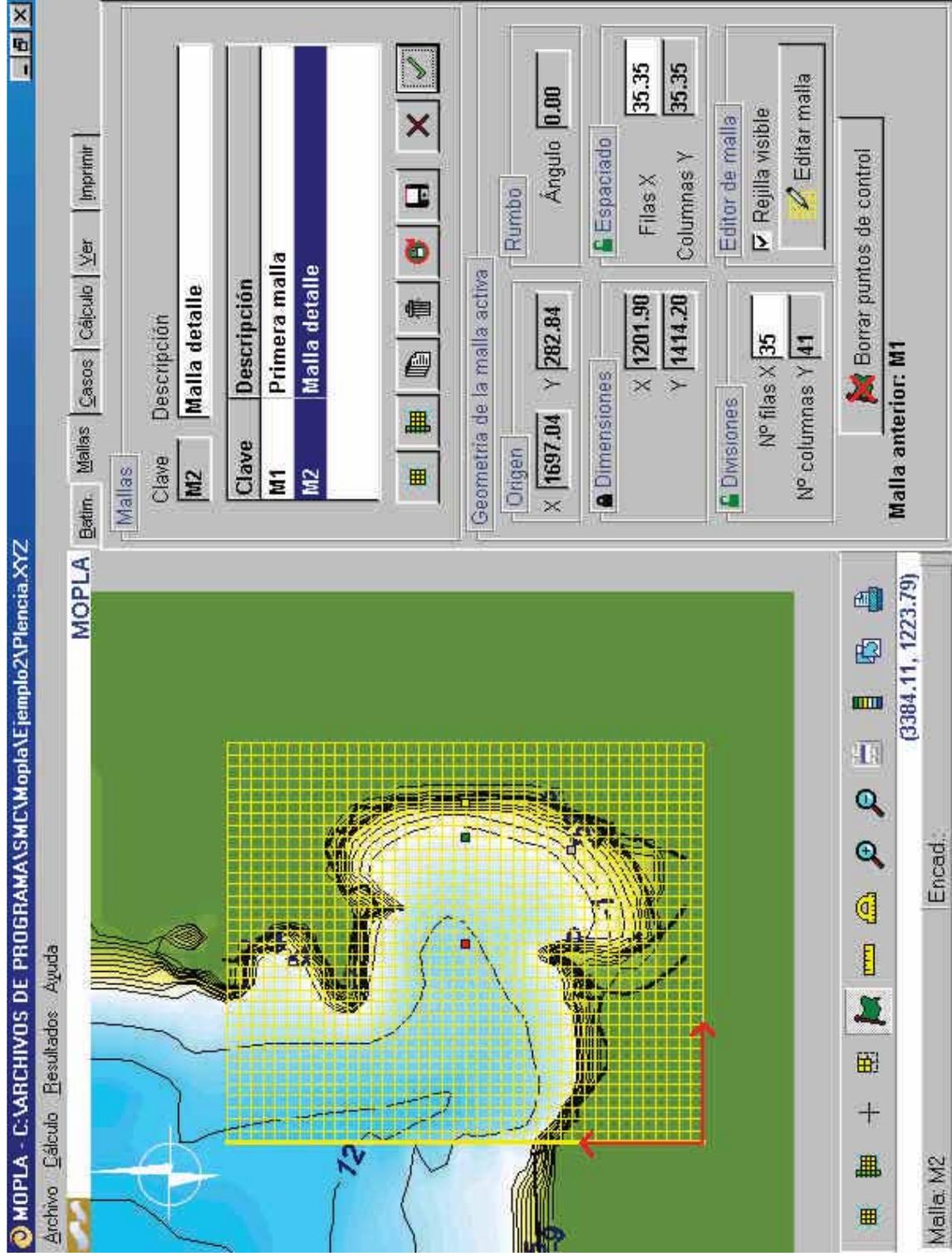


Figura 5.55



### 3. Crear casos:

El siguiente paso a realizar es crear los **casos**. Tal y como se pudo comprobar en el Tutor 1, un **caso** se va a definir a partir de una malla (simple o encadenada); un caso de propagación (onda monocromática o espectro) junto con los parámetros asociados; los parámetros que definen el cálculo de corrientes por rotura; y finalmente, los parámetros que definen el transporte de sedimentos y evolución del fondo. A continuación, se va a generar un **caso**.

#### • Crear Caso 1:

Como primer paso, hay que ir a la página de **casos**. Pulsar el botón de “Crear un caso” (primero bajo la lista) y, a continuación, aparece el menú *Nuevo caso*, con un nombre de clave por defecto “01”. Hay que indicar cuál es la malla inicial y qué tipo de propagación se quiere llevar a cabo. Escribir como malla inicial, la M1 y como tipo de propagación, seleccionar Espectro (ver figura 5.56). Finalmente, pulsar el botón “Aceptar”.

Escribir como descripción del caso “Caso de partida”. En la parte inferior de la página, dentro de la subpágina de mallas, aparecen la malla inicial, a partir de la cual se ha generado el caso, y la malla encadenada a ésta. Seleccionar la malla M1 y pulsar el botón de “+” para añadir la malla M2 (ver figura 5.56). Así incluimos en el **caso** las dos mallas encadenadas.

Ir a la subpágina *Dinámica* y pulsar el botón de “Espectro”. En el “Editor de Espectro” hay cuatro subpáginas con las pestañas: *Parámetros*, *Modelo*, *Componente* y *Salidas*. A continuación, vamos a ir rellenando los parámetros de estas subpáginas:

- SUBPÁGINA DE *Parámetros* (ver figura 5.57):
  - En espectro frecuencial:
    - Espectro: TMA
    - Unidades: MKS ( $m^2 s$ )
    - Profundidad: 40 m.
    - Altura de ola significativa: 5m.

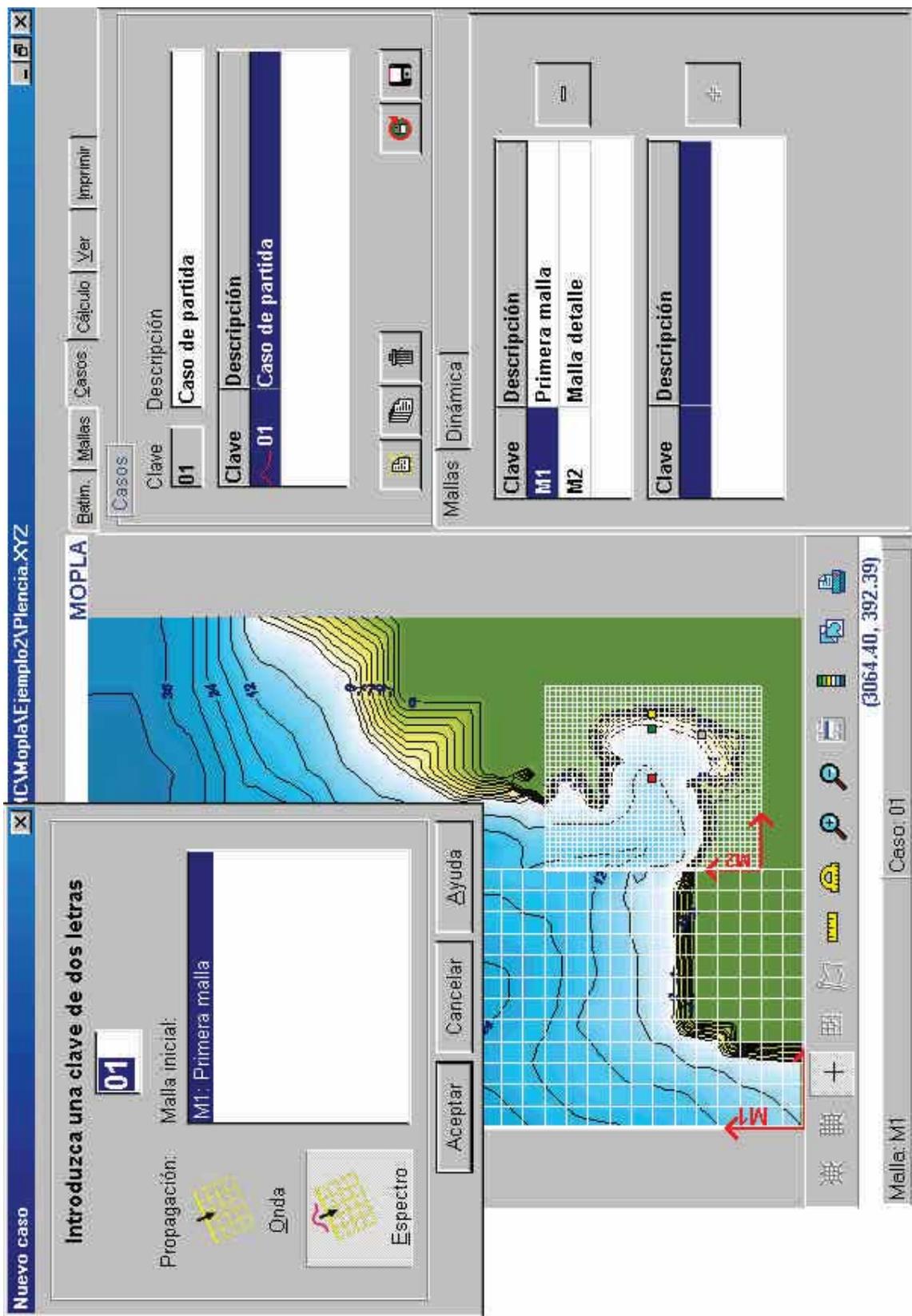


Figura 5.56

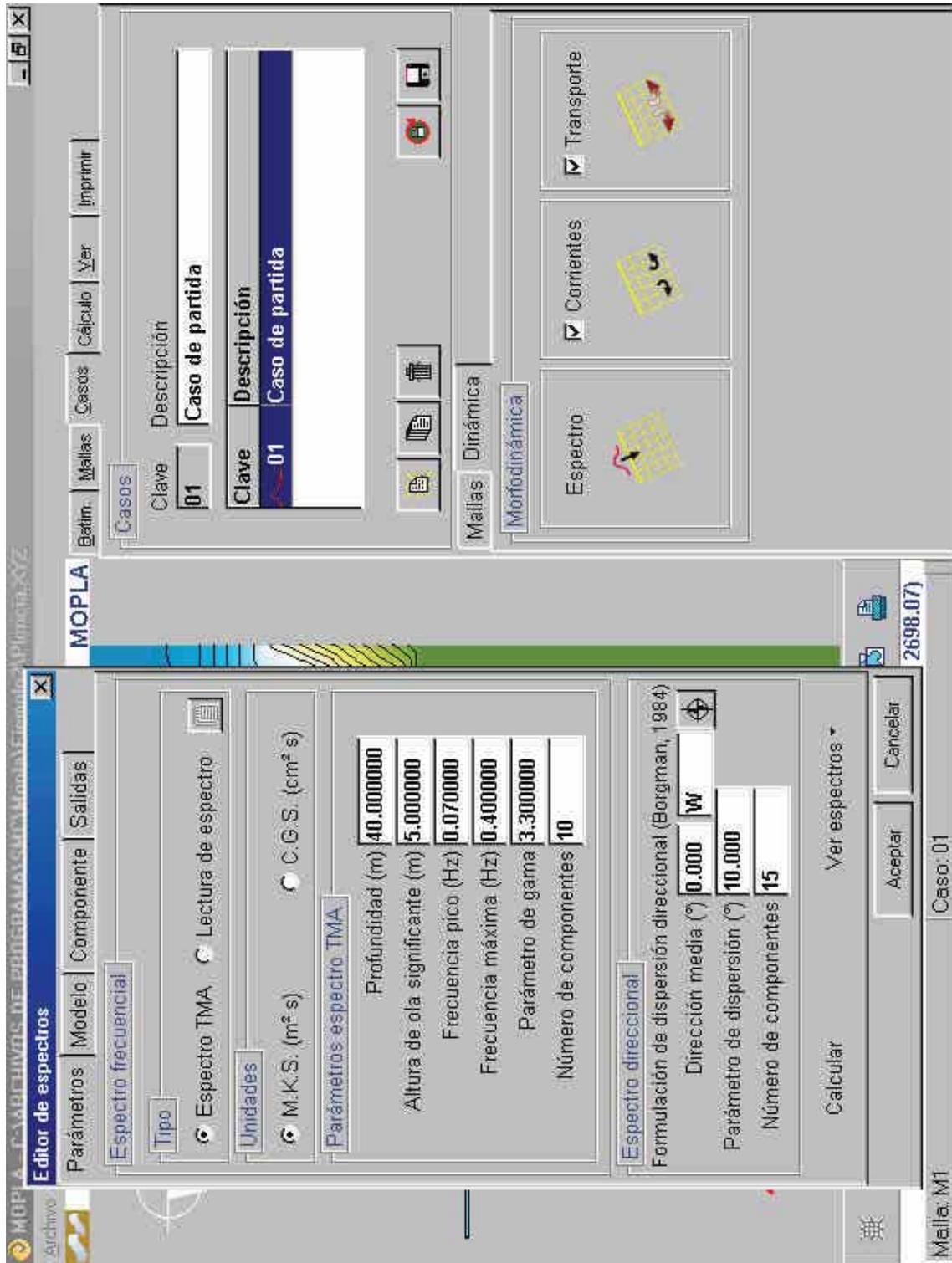


Figura 5.57



- Frecuencia de pico: 0.07 Hz (Tpico de 14 seg).
- Frecuencia máxima: 0.4 Hz.
- Parámetro de anchura espectral: 3.3.
- Número de componentes frecuenciales: 10.

➤ En espectro direccional:

- Dirección media: 0°
- Parámetro de dispersion o forma: 10°.
- Número de componentes: 15.

Una vez se definen estos parámetros se debe siempre pulsar el botón de “Calcular”, a continuación es posible visualizar los espectros que se han generado con las anteriores características: espectro frecuencial (ver figura 5.58) , espectro direccional (ver figura 5.59), en estos dos es posible ver las componentes que se van a propagar de los espectros, y también cambiar el eje vertical. Podemos también visualizar el espectro bidimensional en 2D (ver figura 5.60) y el espectro bidimensional en 3D (ver figura 5.61). Todas estas gráficas dan al usuario la opción de copiarlas en el portapapeles de Windows, o mandarlas directamente a una impresora.

□ SUBPÁGINA DE *Modelo* (ver figura 5.62): En esta subpágina se definen los tipos de modelos y los contornos. Seleccionar los parámetros que se proponen por defecto, excepto para el rango de marea y el número de subdivisiones en y. Es decir, modelo compuesto, modelo de disipación por rotura de Thornton y Guza, disipación en fondo por capa límite turbulenta y contornos laterales abiertos. En cuanto al rango de marea poner 4.5 metros y para el número de subdivisiones en y, pulsar el botón de “Ayuda” y aceptar el valor recomendado.

□ SUBPÁGINA DE *Componente* (ver figura 5.63). En esta subpágina se permite la opción de seleccionar una de las componentes de energía, con el fin de poder visualizar su propagación.

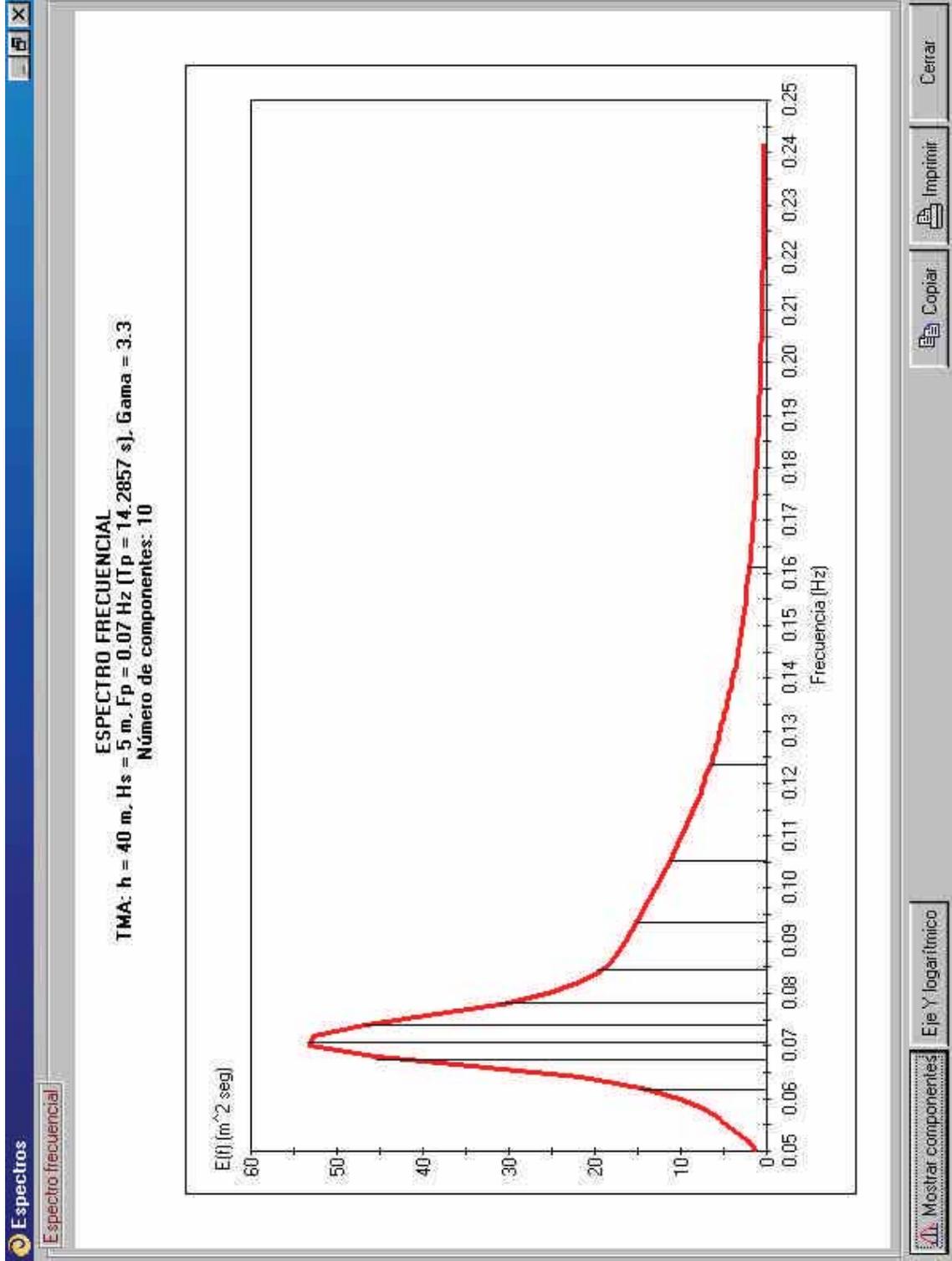


Figura 5.58

**ESPECTRO DIRECCIONAL**  
Dir. media = 0°, Sigma = 10°  
Número de componentes: 15

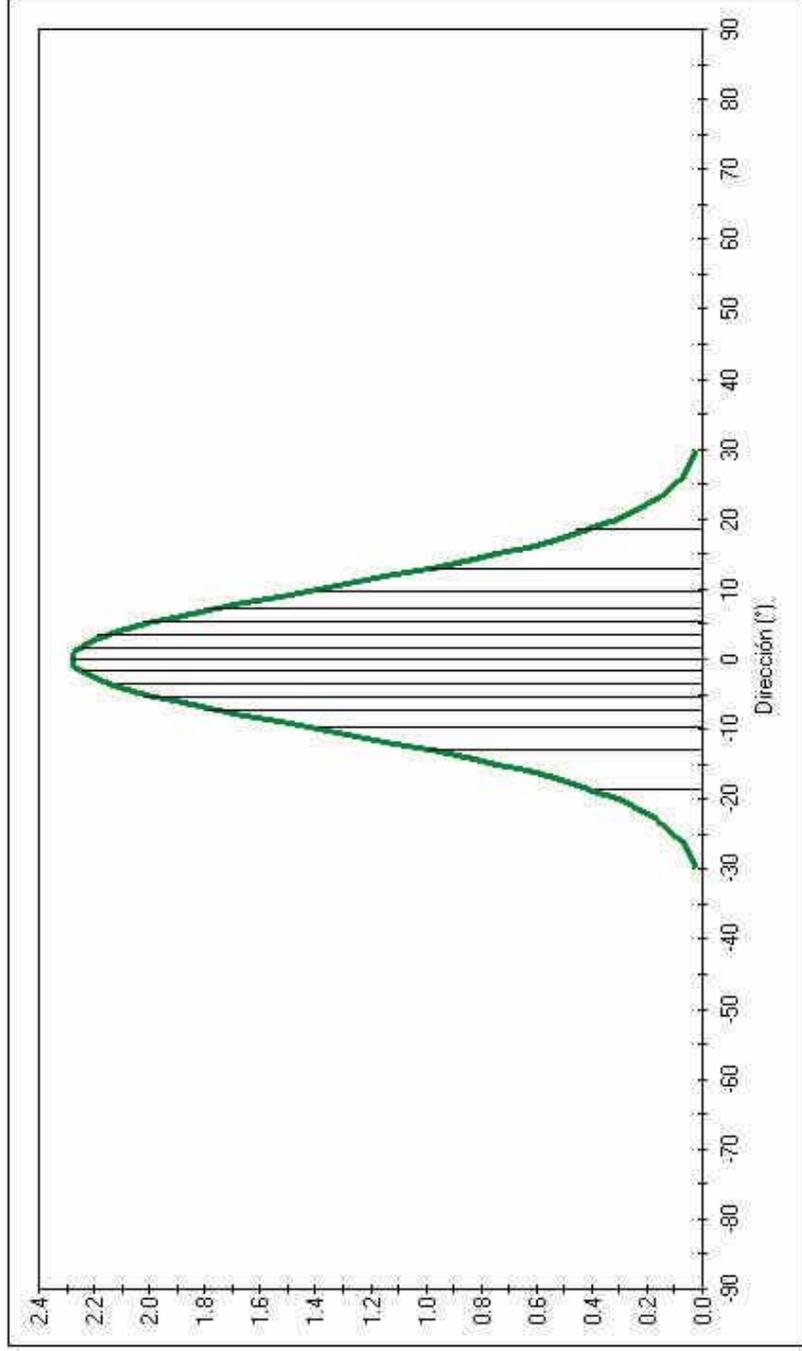


Figura 5.59

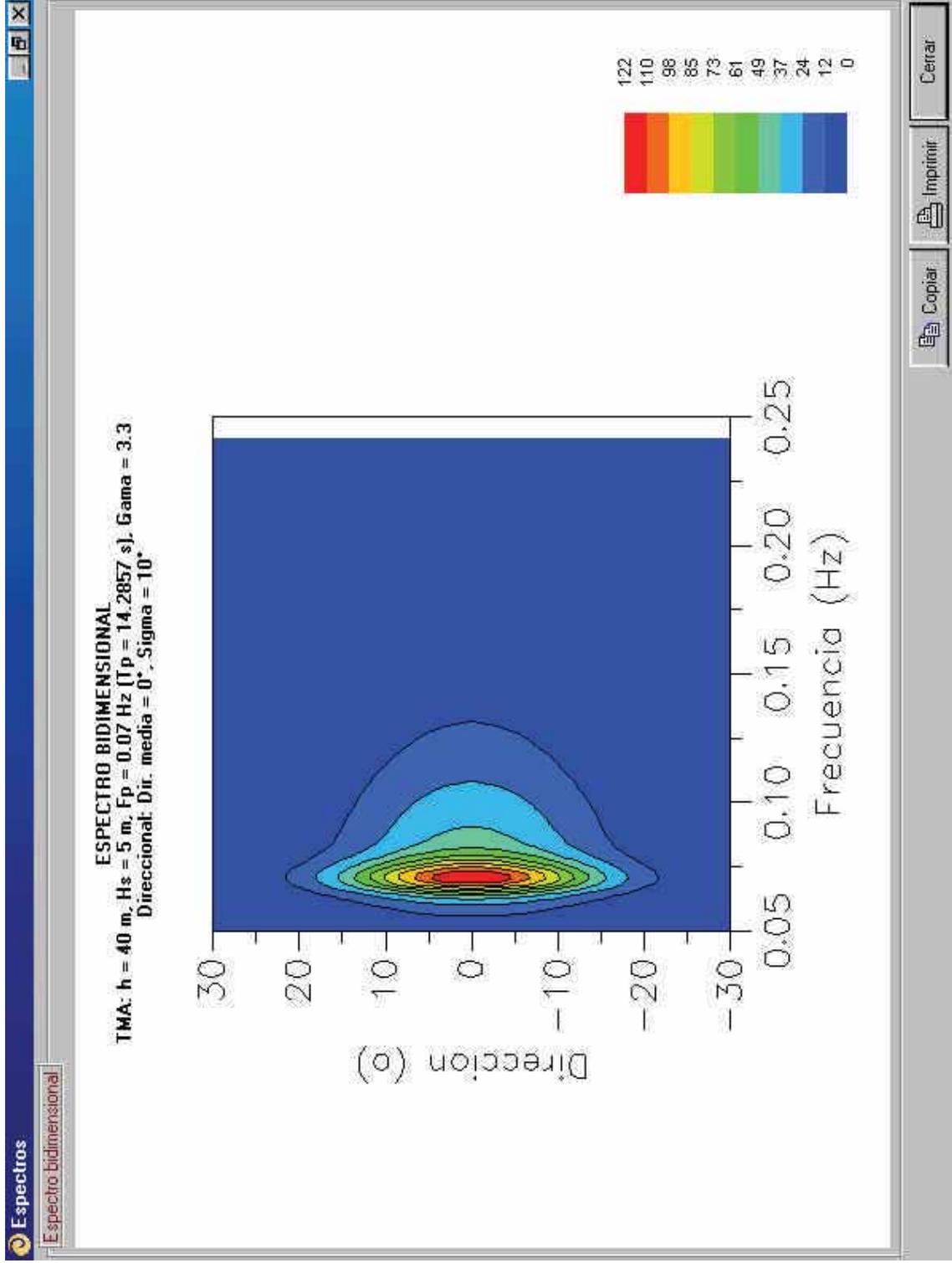


Figura 5.60

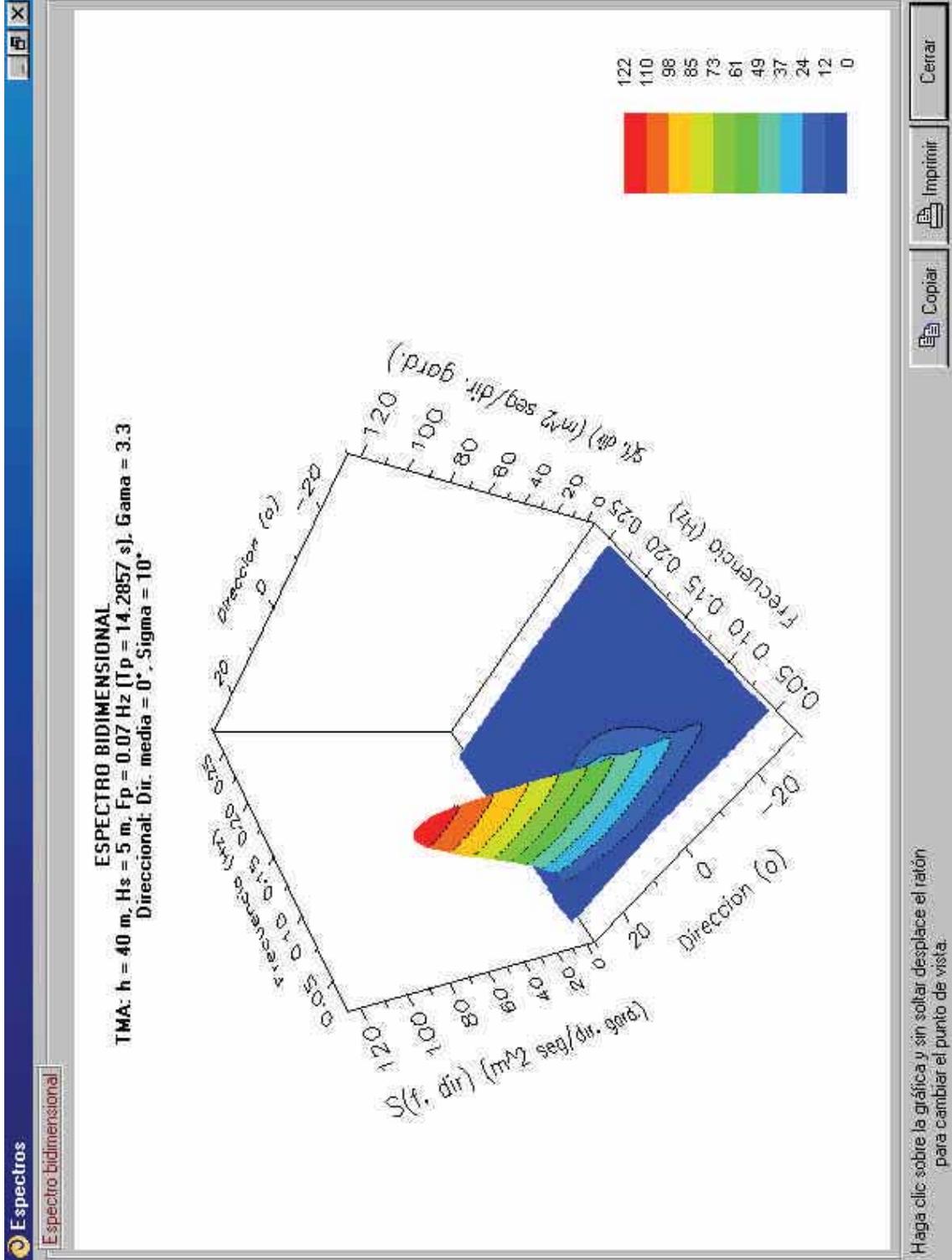


Figura 5.61

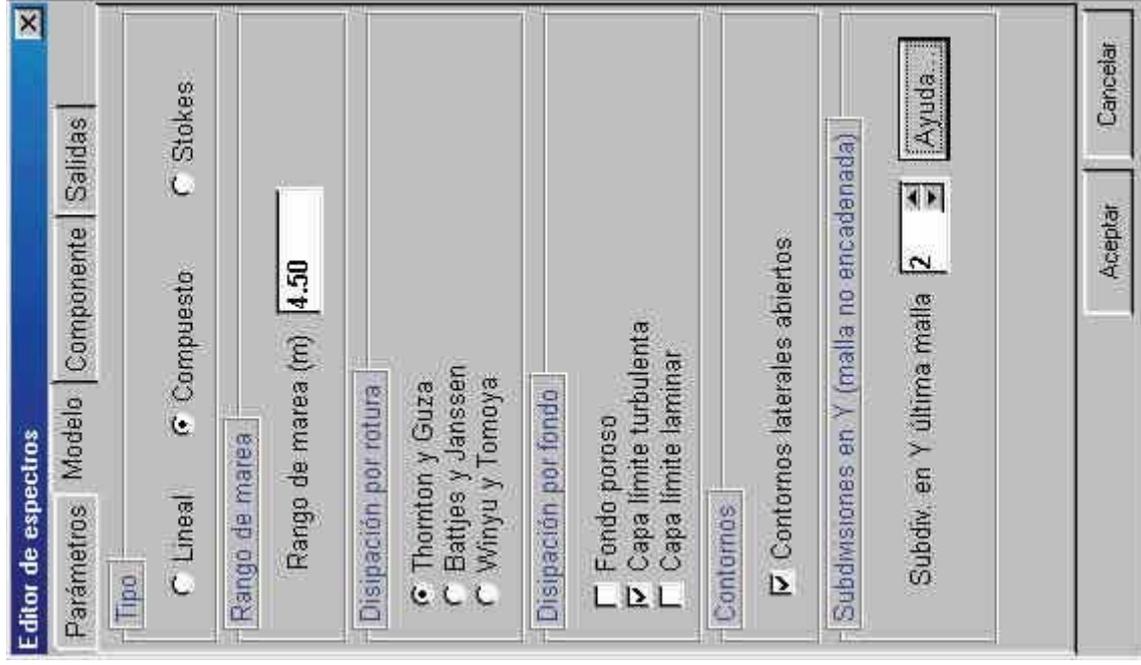


Figura 5.62

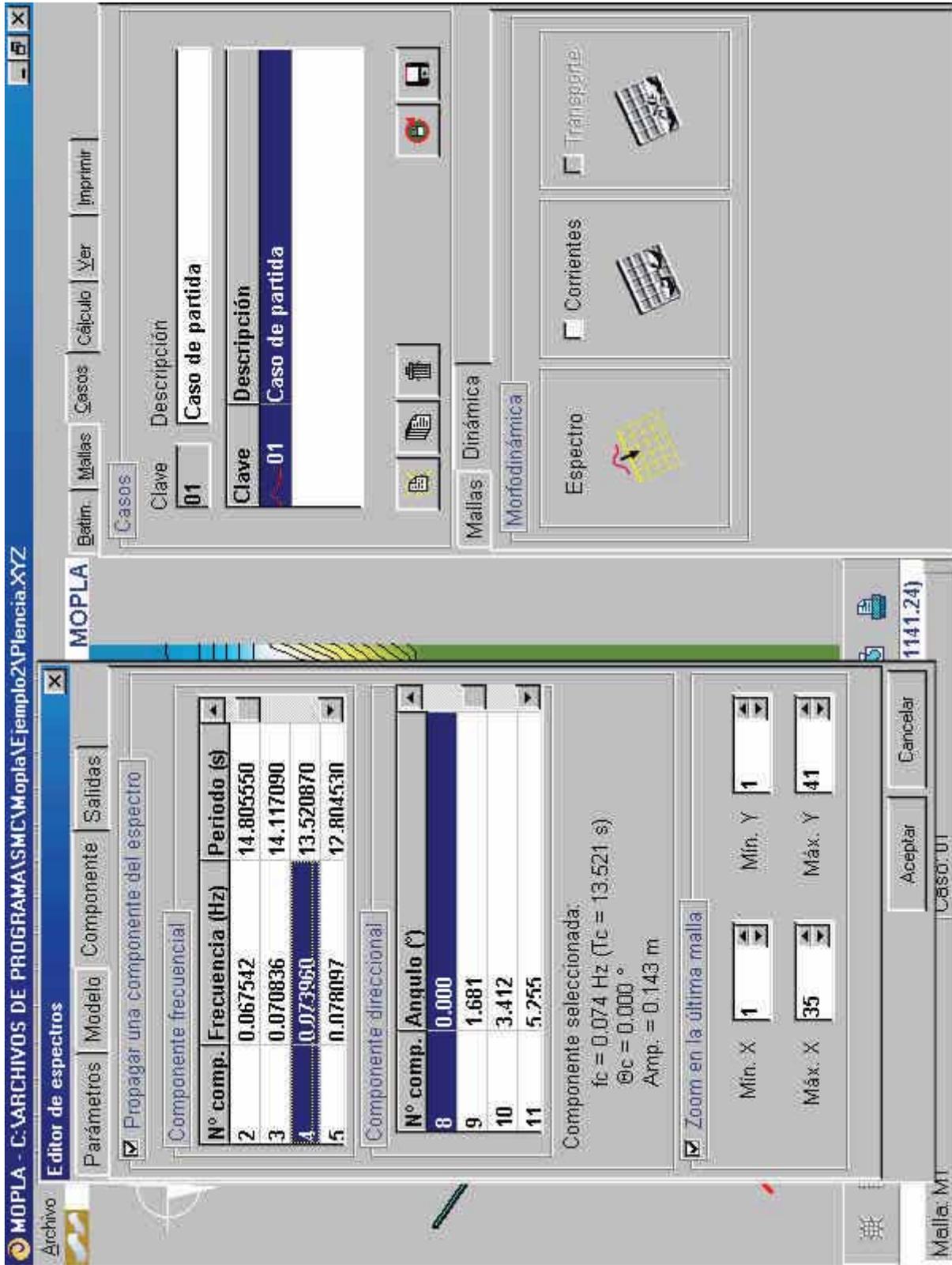


Figura 5.63



- Una vez activada la opción de “Propagar una componente del espectro”, seleccionar la cuarta componente frecuencial y la octava componente direccional.
  - Y activar zoom en la última malla.
- SUBPÁGINA DE *Salidas* (ver figura 5.64). En esta subpágina se permite la opción de definir espectros de salida (frecuencial y direccional) en diferentes puntos del dominio, junto con el cálculo de la superficie libre.
- Activar la opción “Calcular espectro” y seleccionar “Calcular espectro frecuencial”.
  - Para la localización de los espectros, posicionarse sobre la malla M2 y activarla. A continuación, pulsar el botón “+” y añadir los siguientes puntos: (10, 20); (20, 20); (25, 20).
  - Indicar la opción de “Calcular la superficie libre” en la malla M2.

Salir del “Editor de Espectros” pulsando “Aceptar”.

Posteriormente, en la subpágina *Dinámica*, seleccionar la casilla en blanco de *Corrientes* (ver figura 5.65) y pulsar el botón correspondiente, luego aparecerá el “Editor de Corrientes” donde se definirán los siguientes parámetros:

- Intervalo de tiempo: seleccionar el botón “Ayuda” y dar aceptar al valor propuesto.
- Tiempo total: dejar el valor por defecto de 500 seg.
- Rugosidad de Nikuradse: la recomendada en el botón de “Ayuda”.
- Viscosidad de remolino: la recomendada en el botón de “Ayuda”.

Una vez rellenados estos valores, pulsar el botón de “Aceptar” para salir del “Editor de Corrientes”.

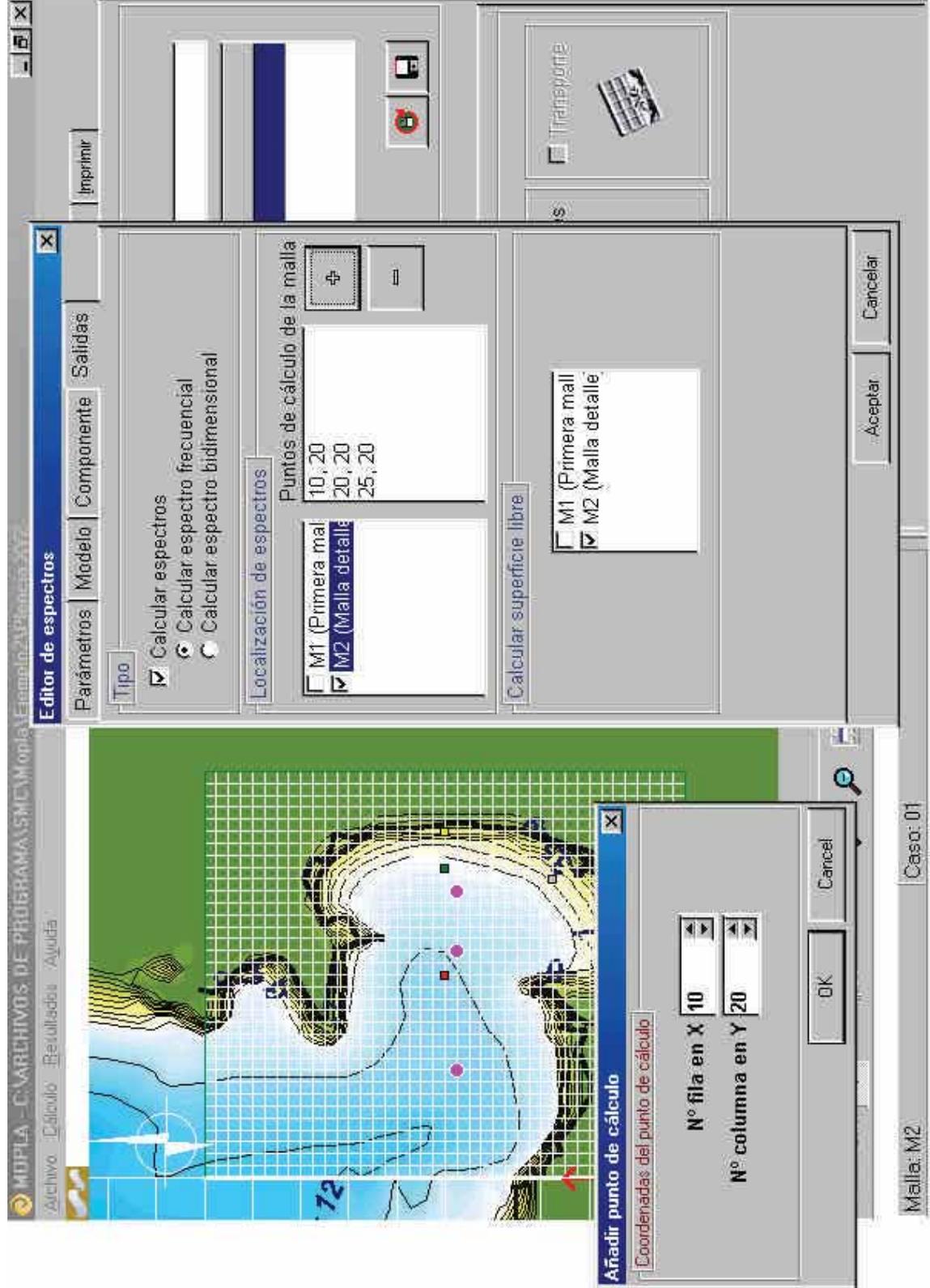


Figura 5.64

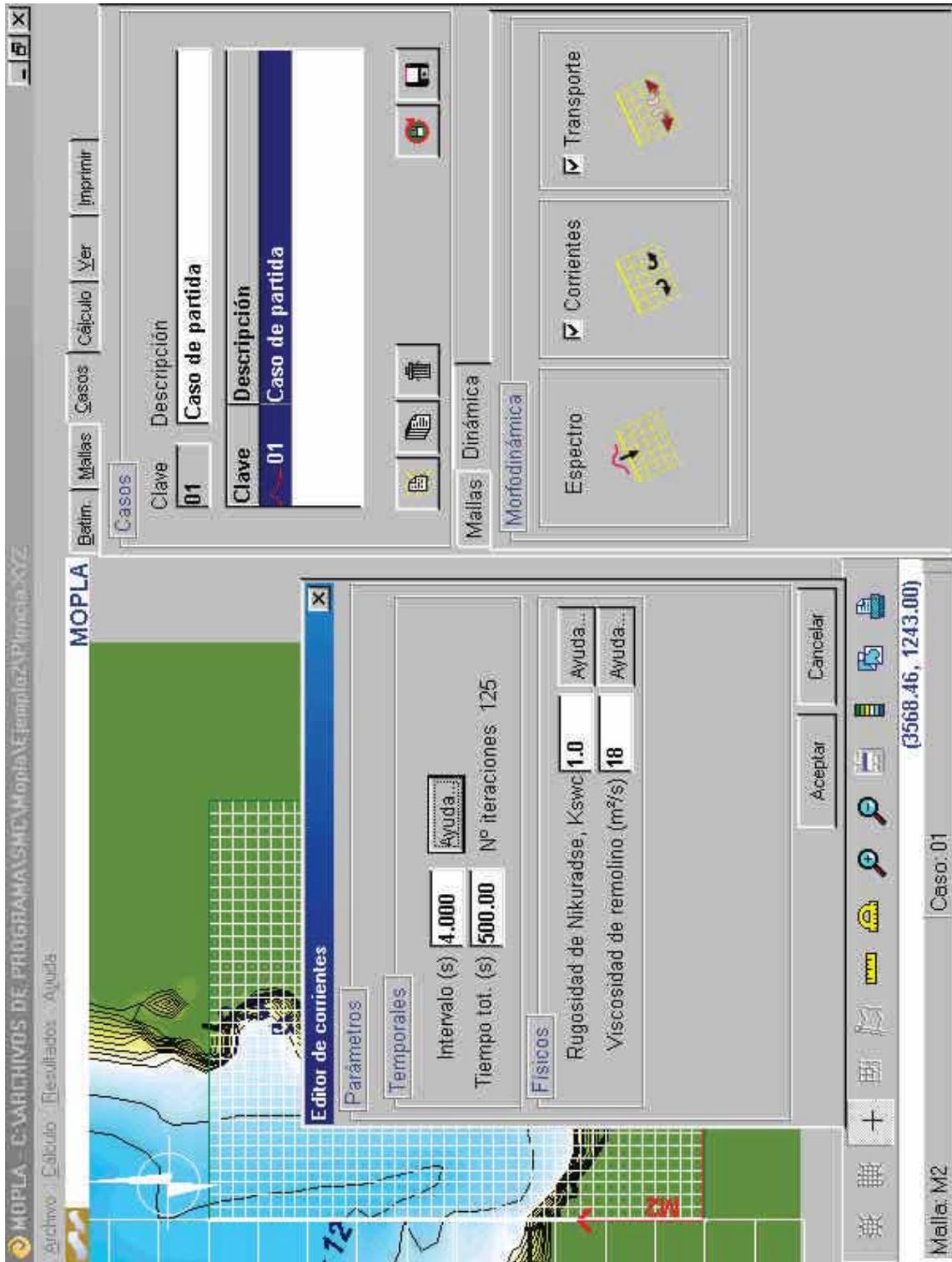


Figura 5.65



Una descripción detallada de estos parámetros se puede consultar en el Manual de referencia Copla-(MC/SP).

Posteriormente, en la subpágina *Dinámica*, seleccionar la casilla en blanco de *Transporte* (ver figura 5.66) y pulsar el botón correspondiente. Luego en el “Editor de Transporte” definir los siguientes parámetros:

- CARACTERÍSTICAS DEL SEDIMENTO:
  - $D_{50}$ : 0.3 mm.
  - $D_{90}$ : 0.5 mm.
  - Ángulo de rozamiento: 32 °.
  - Densidad del sedimento ( $\rho_s$ ): 2.65 T/m<sup>3</sup>.
  - Porosidad del material: 0.4.
  - Desviación estándar del tamaño de la muestra ( $\sigma_d$ ): 1.2.
  
- CARACTERÍSTICAS DEL AGUA:
  - Densidad del agua ( $\rho_w$ ): 1.025 T/m<sup>3</sup>.
  - Viscosidad del agua: 10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/seg.
  
- CARACTERÍSTICAS DE LA SIMULACIÓN:
  - Seleccionar “evolución morfodinámica”.
  - Duración del evento: 72 horas.
  - Variación del fondo máxima entre incrementos: 0.1 m.
  - Seleccionar el modelo de Bailard.
  - Contornos laterales abiertos.
  - Tiempo total: el del modelo de corrientes.
  - Intervalo de tiempo: el valor recomendado por la ayuda.

Una vez rellenados estos valores, pulsar el botón de “Aceptar” para salir del “Editor de Transporte”.

Finalmente, para grabar el caso que se ha generado, pulsar el botón “Grabar Caso” (con el dibujo de un disco).

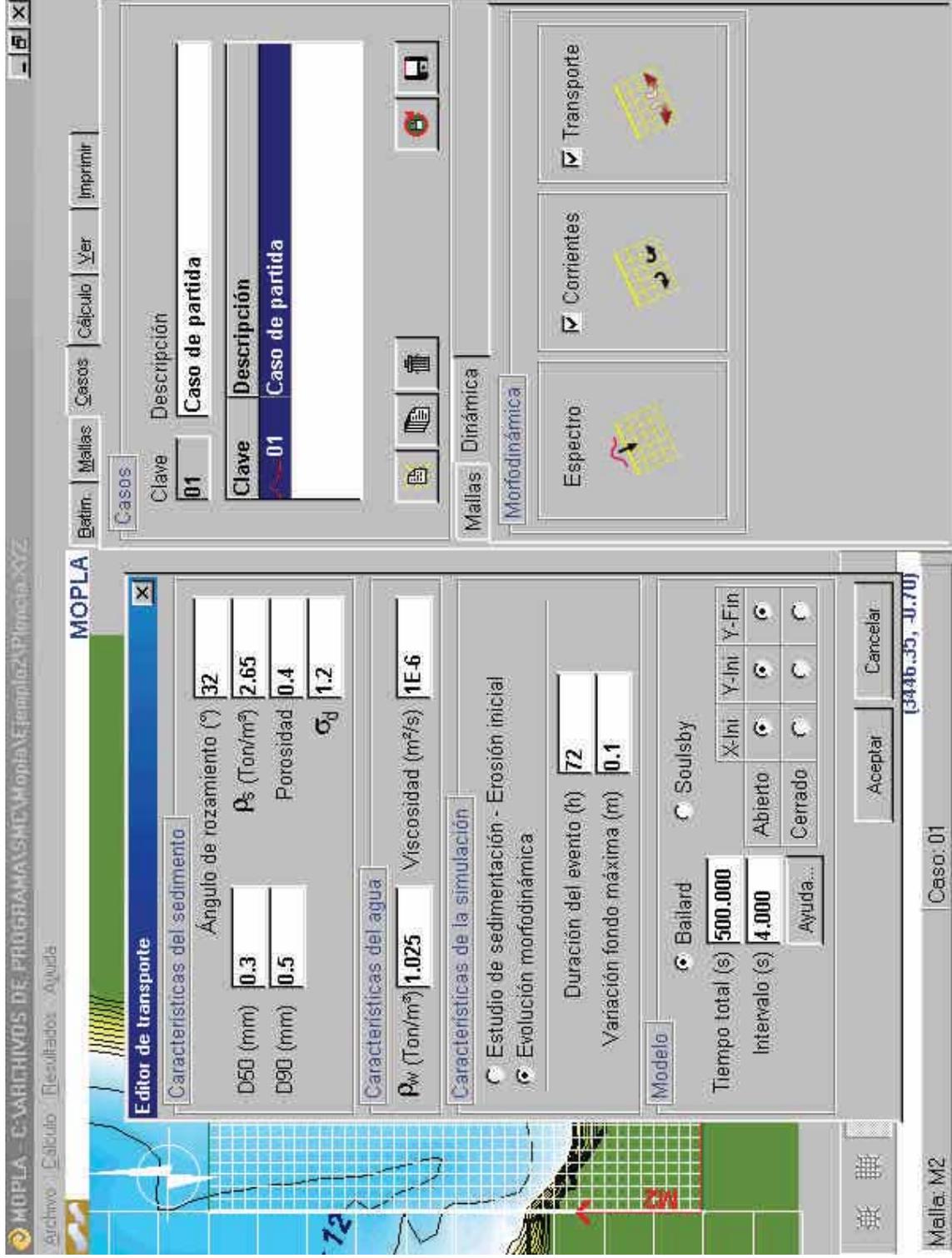


Figura 5.66



#### **4. Calcular el caso: cola de cálculo.**

Una vez creado el caso se procederá al cálculo de éste (ver figura 5.67). Para lo cual, hay que seguir el siguiente proceso:

4. Ir a la página de *Cálculo*.
5. Pulsar el botón “Añadir” y seleccionar el caso “Caso de partida”.
6. Seleccionar el botón “Calcular” y se ejecutarán los modelos numéricos siguientes: primero se ejecutará el programa de propagación de oleaje Oluca-SP, posteriormente el programa de corrientes Copla-SP y finalmente el programa de evolución morfodinámica Eros-SP.

#### **5. Consulta de resultados:**

Una vez el caso ha sido ejecutado se puede pasar a consultar los resultados producidos por los programas. Con este fin, ir a la página de *Ver*. Lo primero que hay que hacer es seleccionar cuál es el caso que se quiere visualizar y, si este caso dispone de más de una malla, de qué malla se quieren ver los resultados. Así pues, seleccionar el caso “Caso de partida” y la “Malla detalle” (ver figura 5.68).

Con los dos botones superiores se puede editar la topografía de la malla en 2D (ver figura 5.69) y en 3D (ver figura 5.70).

En la subpágina de *Espectral* se pueden ver los resultados de la propagación del oleaje (ver figura 5.68). Entre los gráficos de resultados que se pueden obtener, están: isolíneas altura significativa (ver figura 5.71), topografía+vectores altura significativa (ver figura 5.72), vectores altura significativa (ver figura 5.73), vectores altura significativa+magnitud (ver figura 5.74), superficie libre 2D (ver figura 5.75), superficie libre 3D (ver figura 5.76).

Además, se pueden consultar resultados para la componente del espectro seleccionada en el “Editor de Espectros” en la pestaña de *Componente*. Estos resultados son: altura de ola, fase, frente de onda (ver figura 5.77), altura de ola+frentes, topografía+frentes. Generalmente sólo interesa ver los frentes de onda.

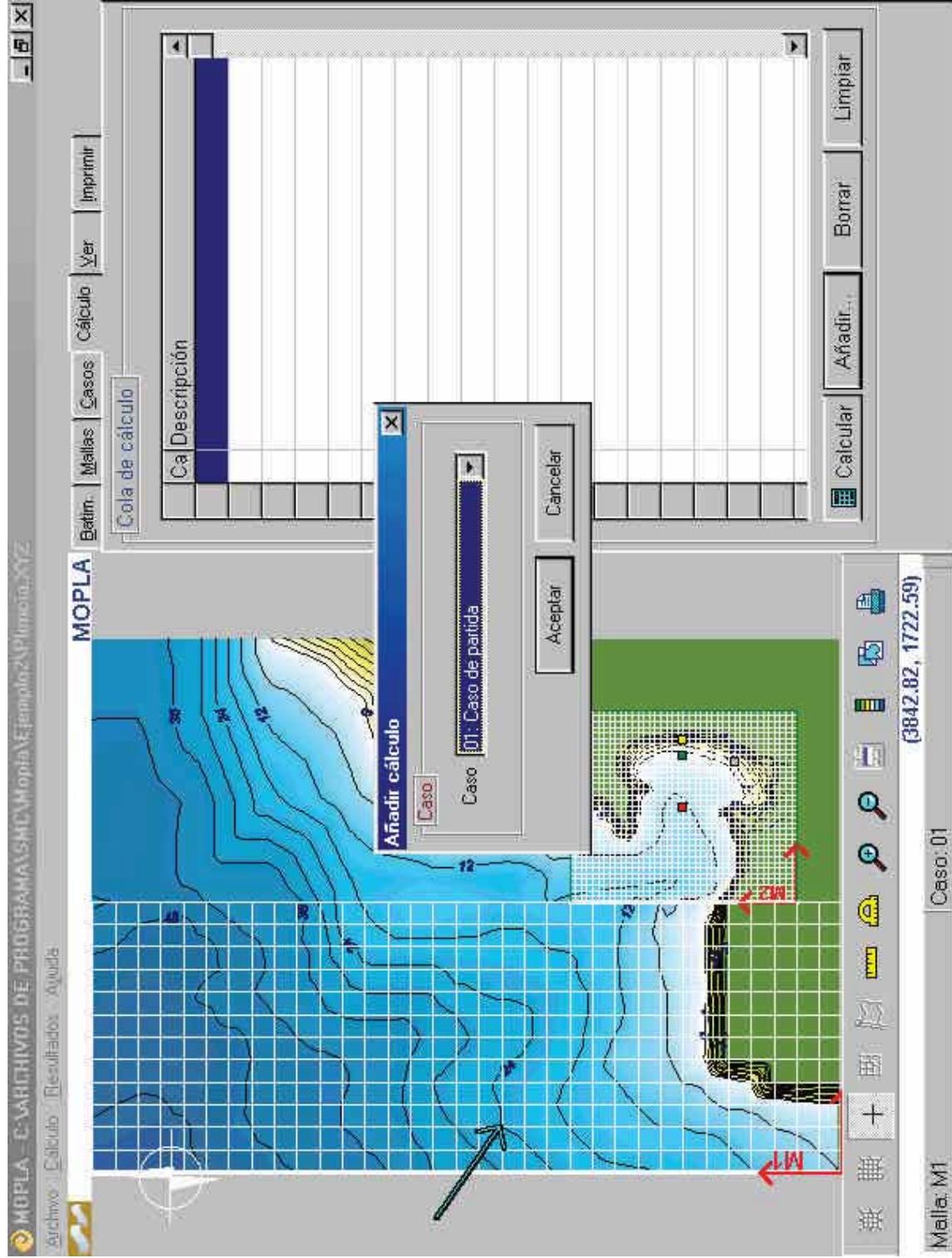


Figura 5.67

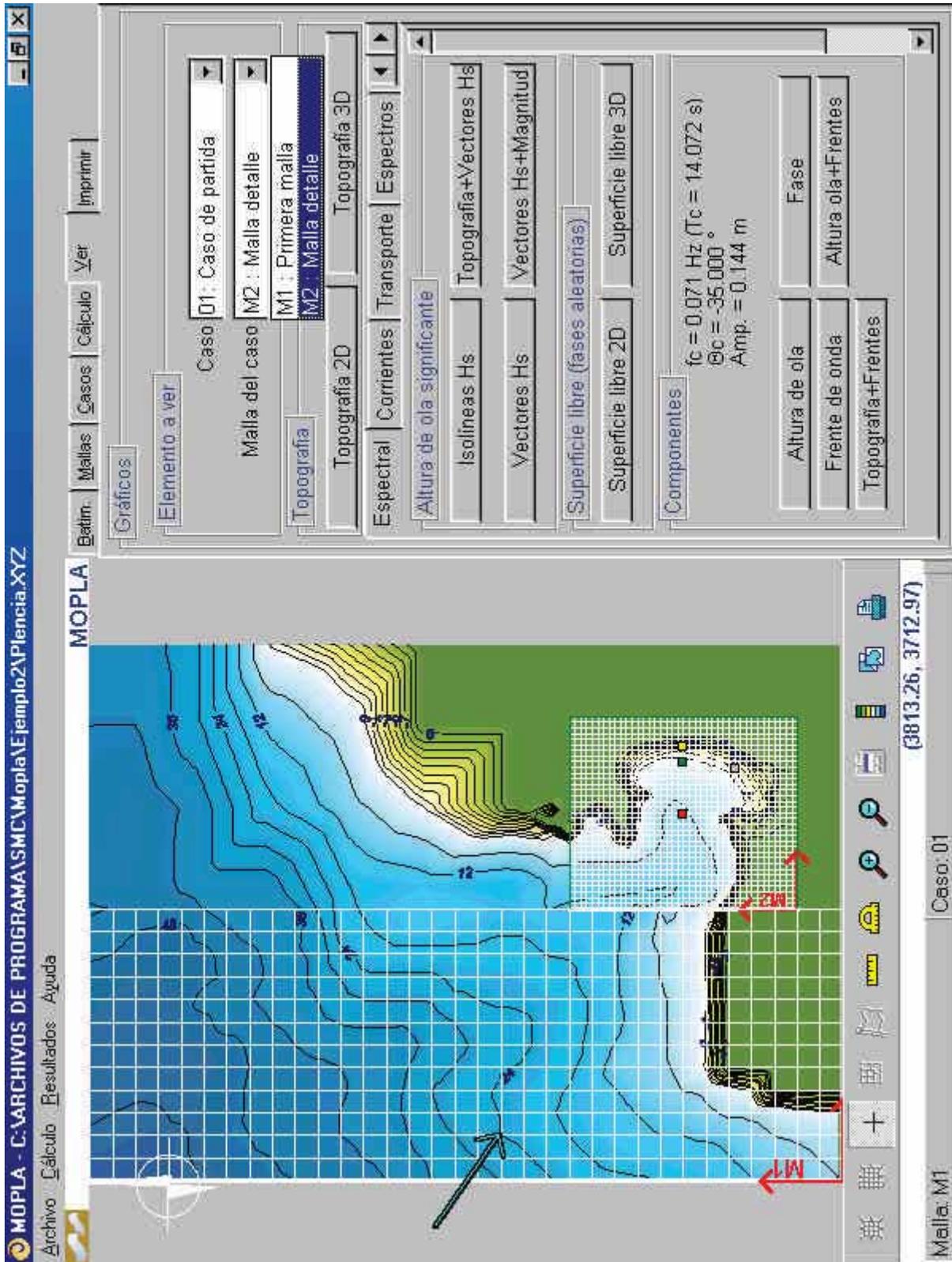


Figura 5.68



### Proyecto: Batimetría de Plencia

Gráfico: Topografía 2D

M2: Malla detalle

Gráfico de topografía

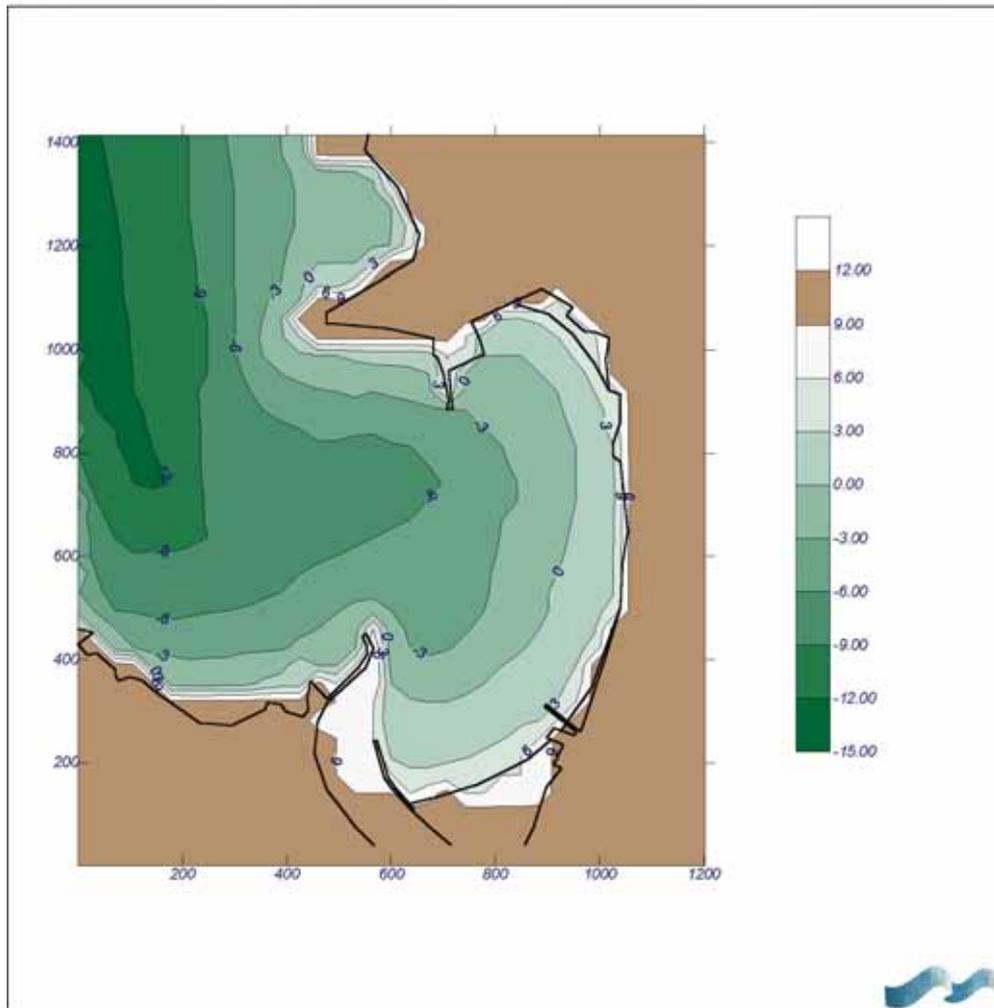


Figura 5.69



### Proyecto: Batimetría de Plencia

Gráfico: Topografía 3D

M2: Malla detalle

Gráfico de topografía

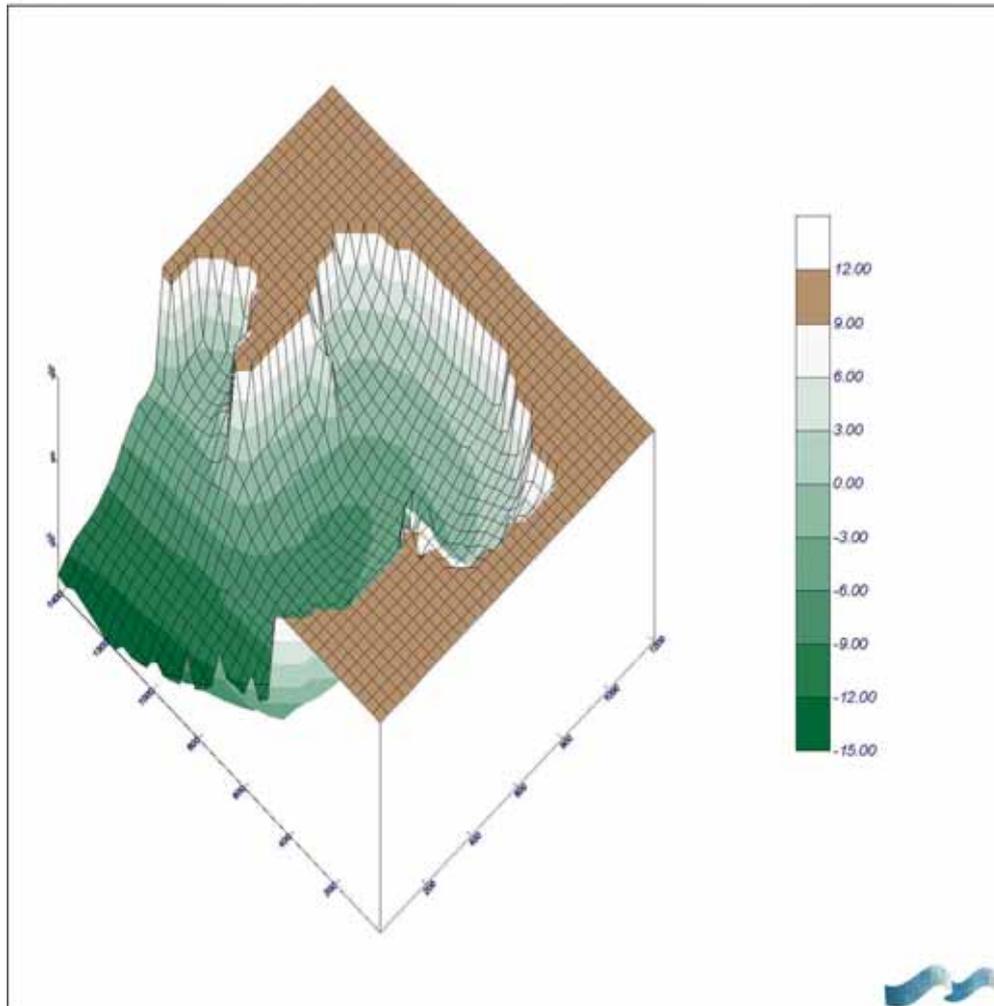


Figura 5.70



## Proyecto: Batimetría de Plencia

Gráfico: *Altura de ola significativa*

**Caso espectral: M201**  
**M2: Malla detalle**  
**01: Caso de partida**

### Características de la simulación

OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 5 m R: 40 m fp: 0.07 Hz (Tp: 14.2857 s) γ: 3.3 N° Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> θw: 0° (W) α: 10° - N° Comp.: 15		

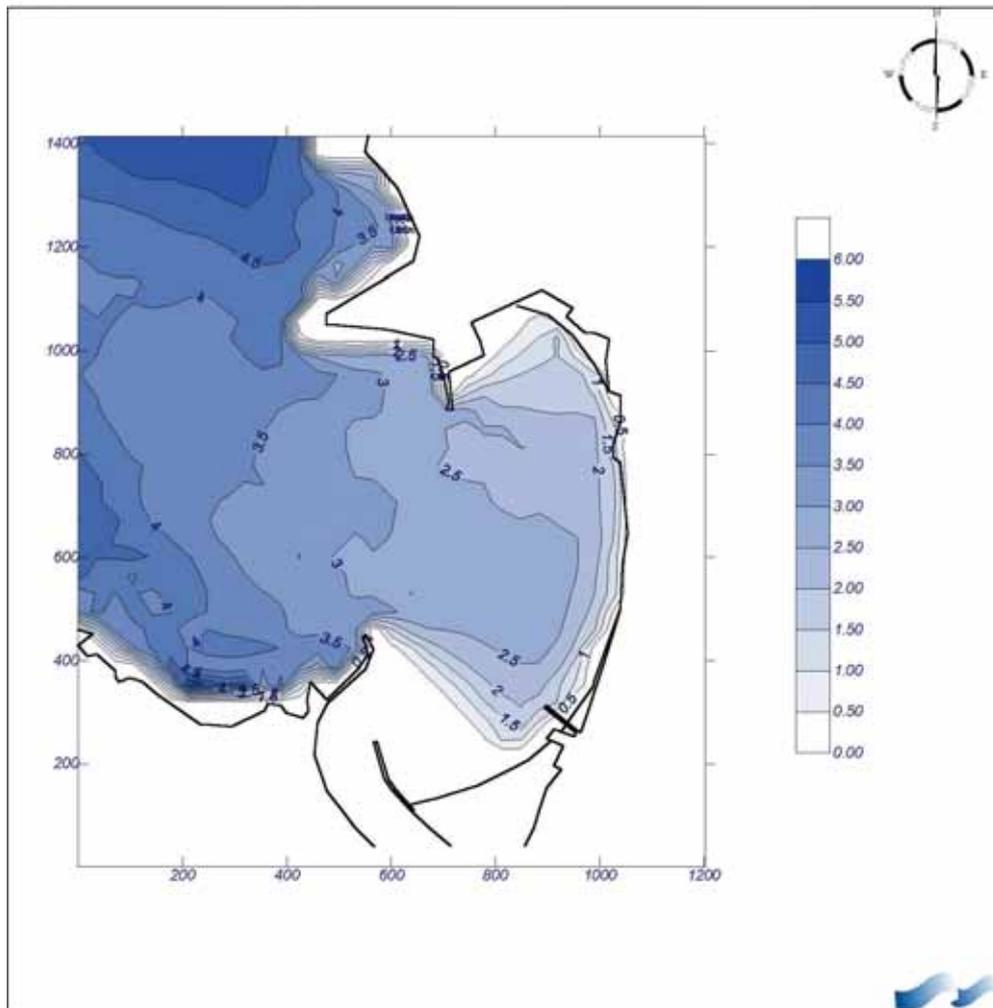


Figura 5.71



## Proyecto: Batimetría de Plencia

Gráfico: Gráfico combinado de topografía y vectores Hs

**Caso espectral: M201**  
**M2: Malla detalle**  
**01: Caso de partida**

### Características de la simulación

OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 5 m R: 40 m fp: 0.07 Hz (Tp: 14.2857 s) γ: 3.3 N° Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> θw: 0° (W) α: 10° - N° Comp.: 15		

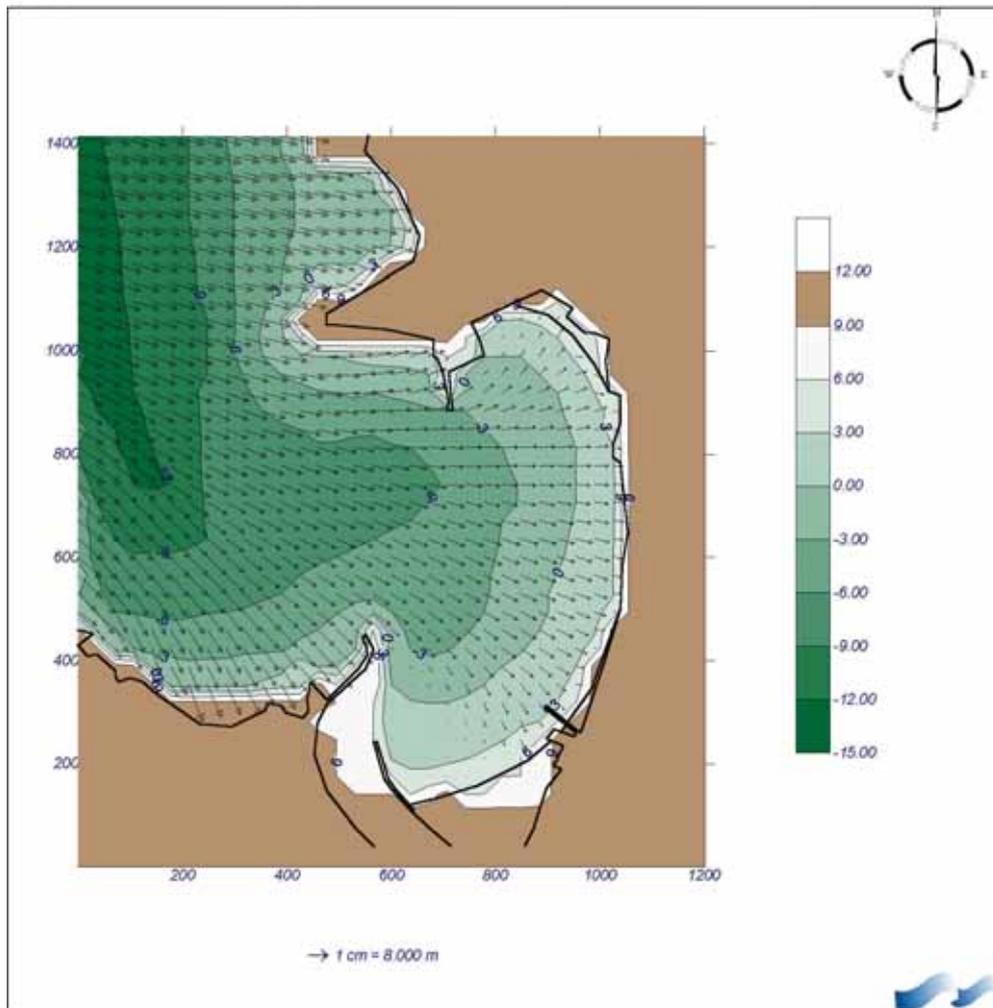


Figura 5.72



## Proyecto: Batimetría de Plencia

Gráfico: Vectores de la altura de ola significativa

**Caso espectral: M201**  
**M2: Malla detalle**  
**01: Caso de partida**

### Características de la simulación

OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 5 m R: 40 m fp: 0.07 Hz (Tp: 14.2857 s) γ: 3.3 N° Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> θw: 0° (W) α: 10° - N° Comp.: 15		

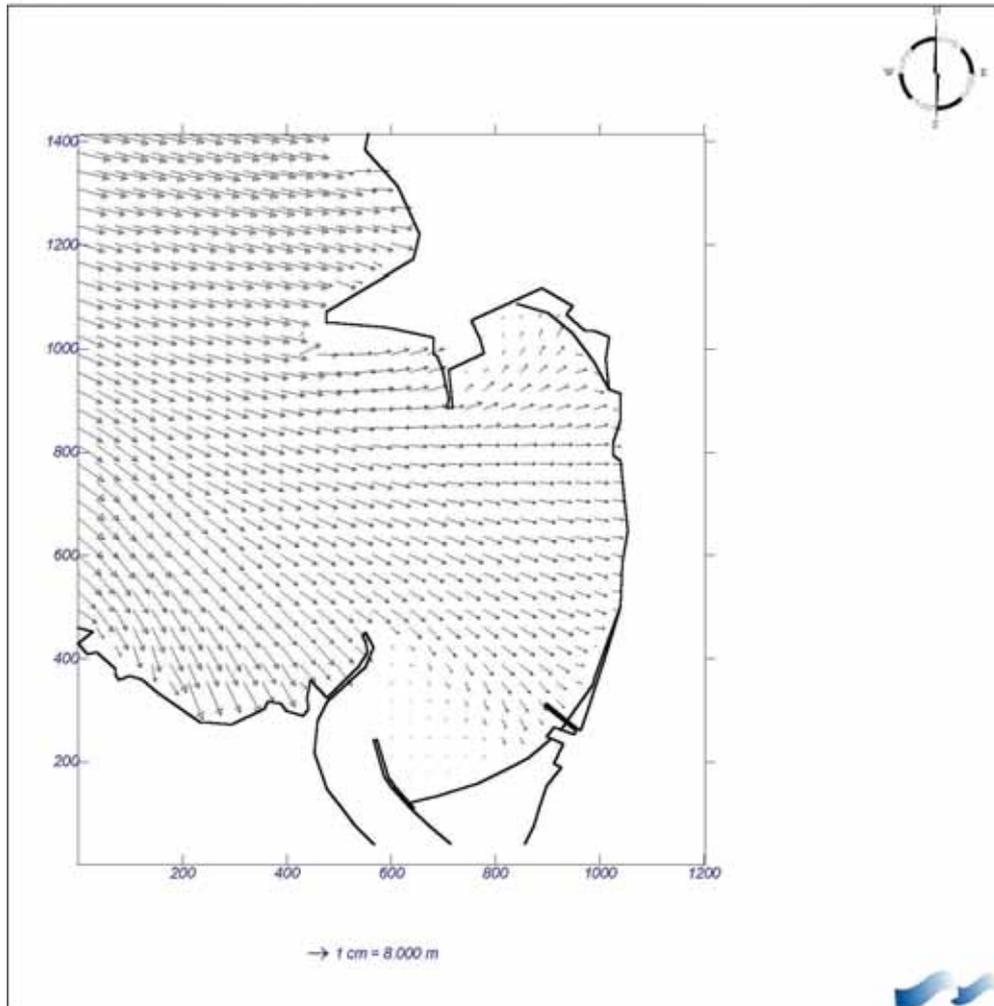


Figura 5.73



## Proyecto: Batimetría de Plencia

Gráfico: Vectores de la altura de ola significativa+Magnitud

**Caso espectral: M201**  
**M2: Malla detalle**  
**01: Caso de partida**

### Características de la simulación

OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 5 m R: 40 m fp: 0.07 Hz (Tp: 14.2857 s) γ: 3.3 N° Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> θw: 0° (W) α: 10° - N° Comp.: 15		

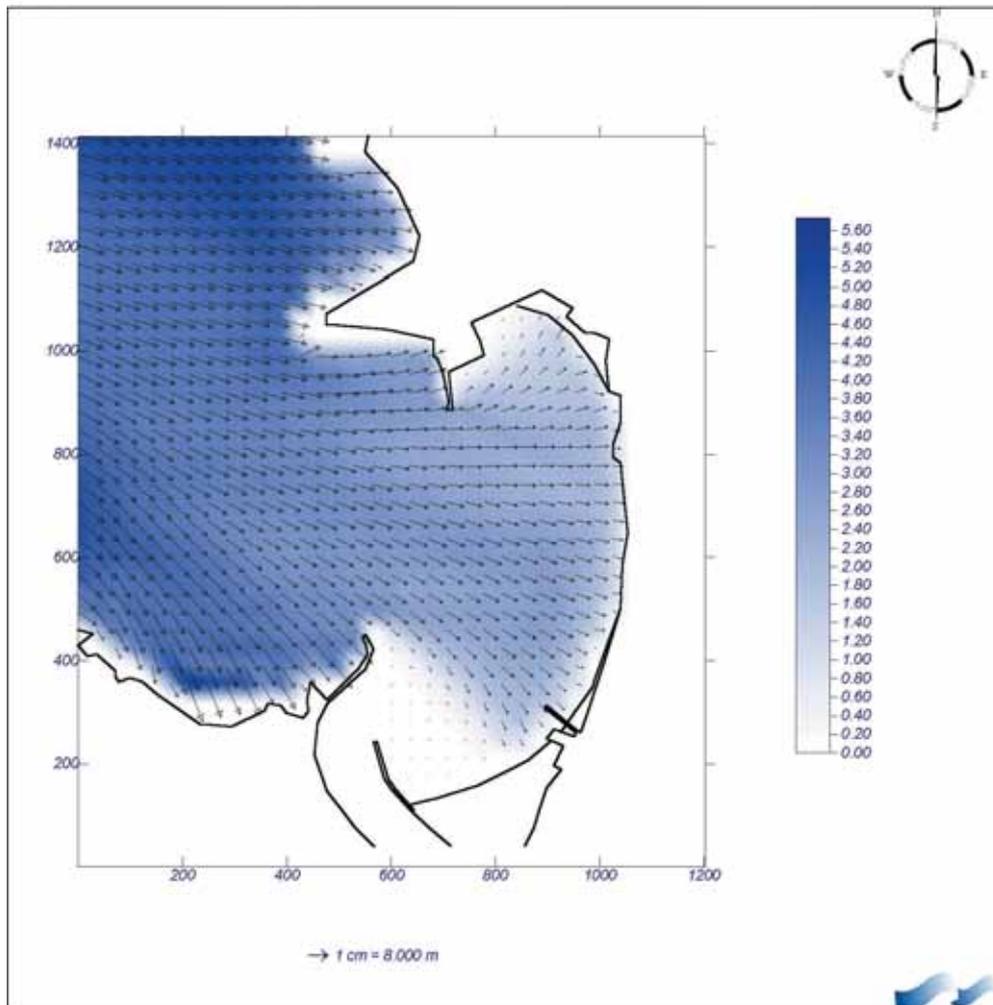


Figura 5.74

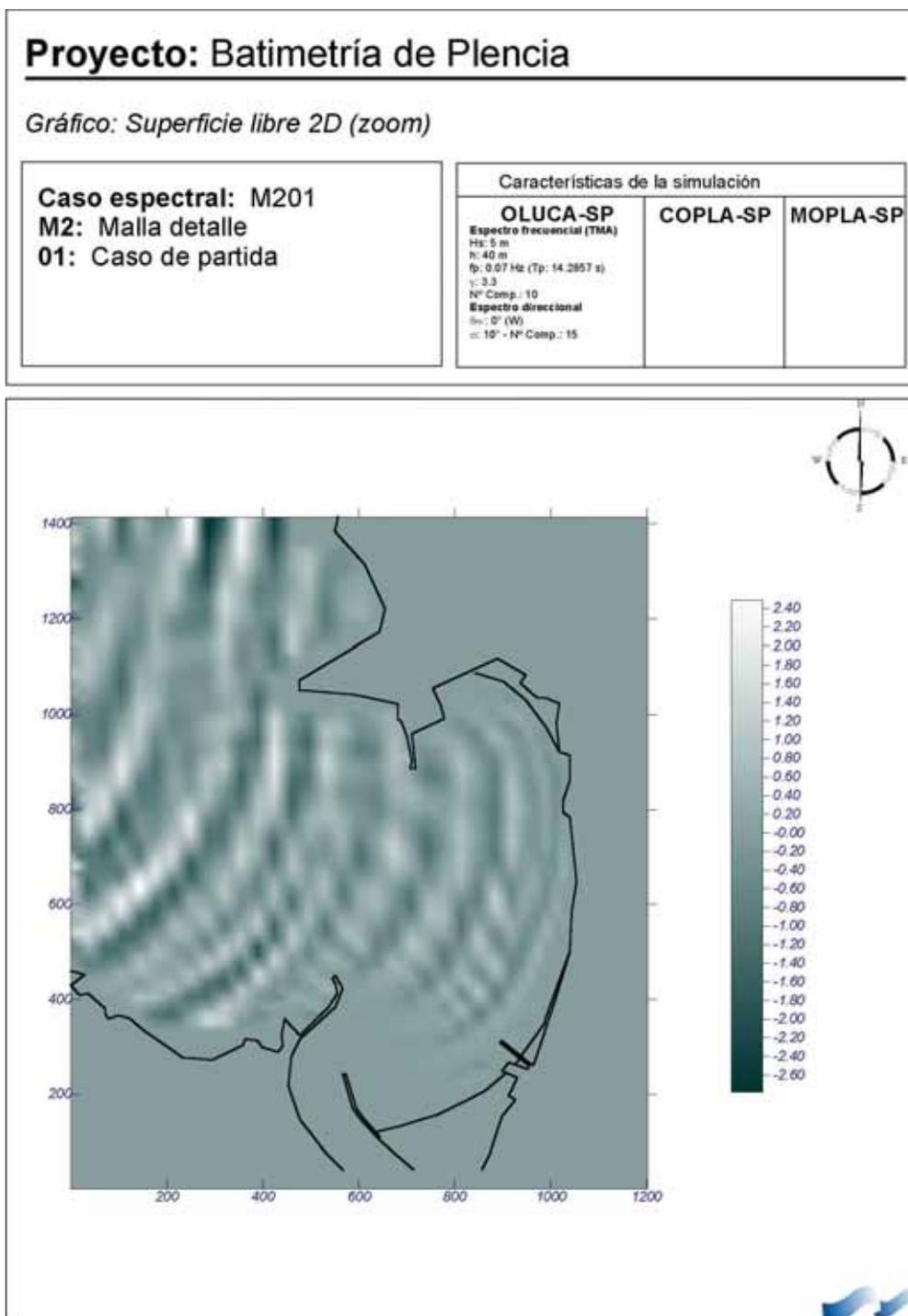


Figura 5.75



## Proyecto: Batimetría de Plencia

Gráfico: Superficie libre 3D (zoom)

**Caso espectral: M201**  
**M2: Malla detalle**  
**01: Caso de partida**

### Características de la simulación

OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 5 m R: 40 m fp: 0.07 Hz (Tp: 14.2857 s) γ: 3.3 N° Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> θw: 0° (W) α: 10° - N° Comp.: 15		

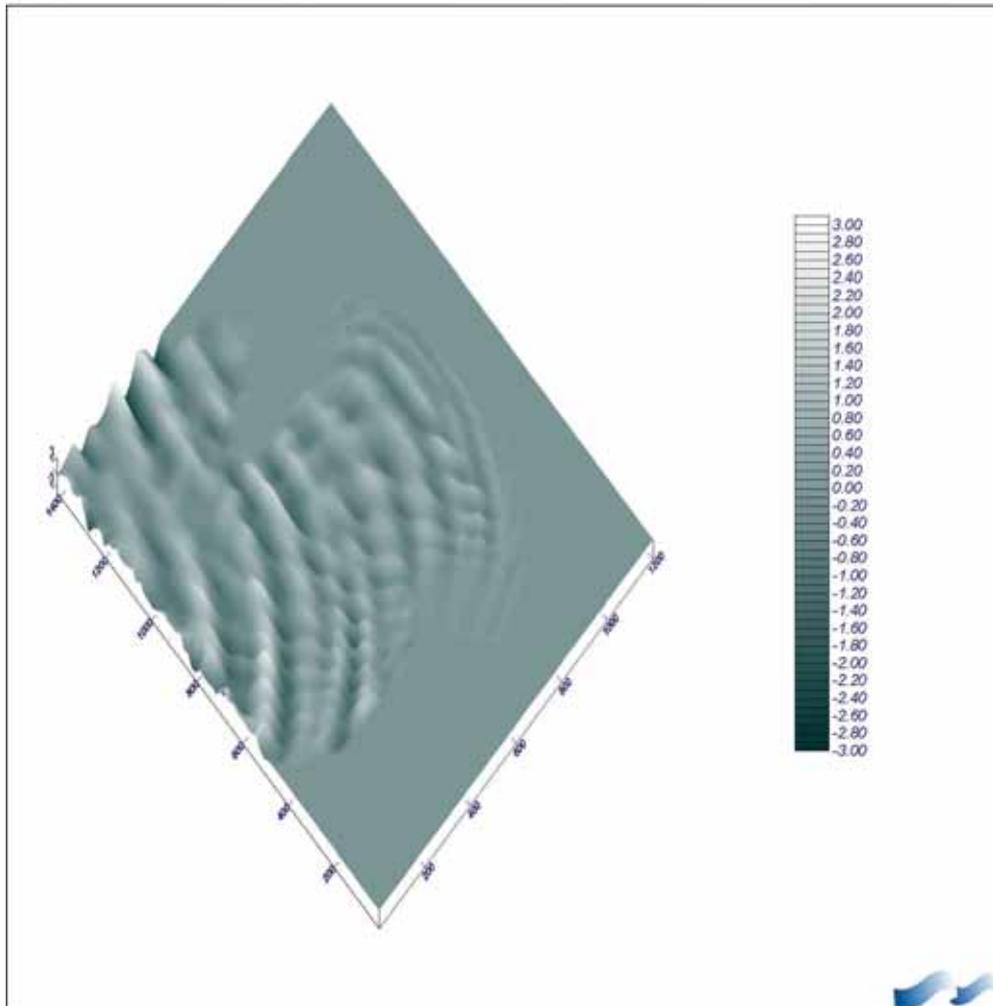


Figura 5.76



## Proyecto: Batimetría de Plencia

Gráfico: Frentes (zoom)

**Caso espectral: M201**  
**M2: Malla detalle**  
**01: Caso de partida**  
**Componente:**  
 Amplitud: 0.143 m  
 fc: 0.07396 Hz (Tc: 13.5209 s)  
 Dir: 0° (W)

### Características de la simulación

OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 5 m R: 40 m fp: 0.07 Hz (Tp: 14.2857 s) t: 3.3 N° Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Sw: 0° (W) α: 10° - N° Comp.: 15		

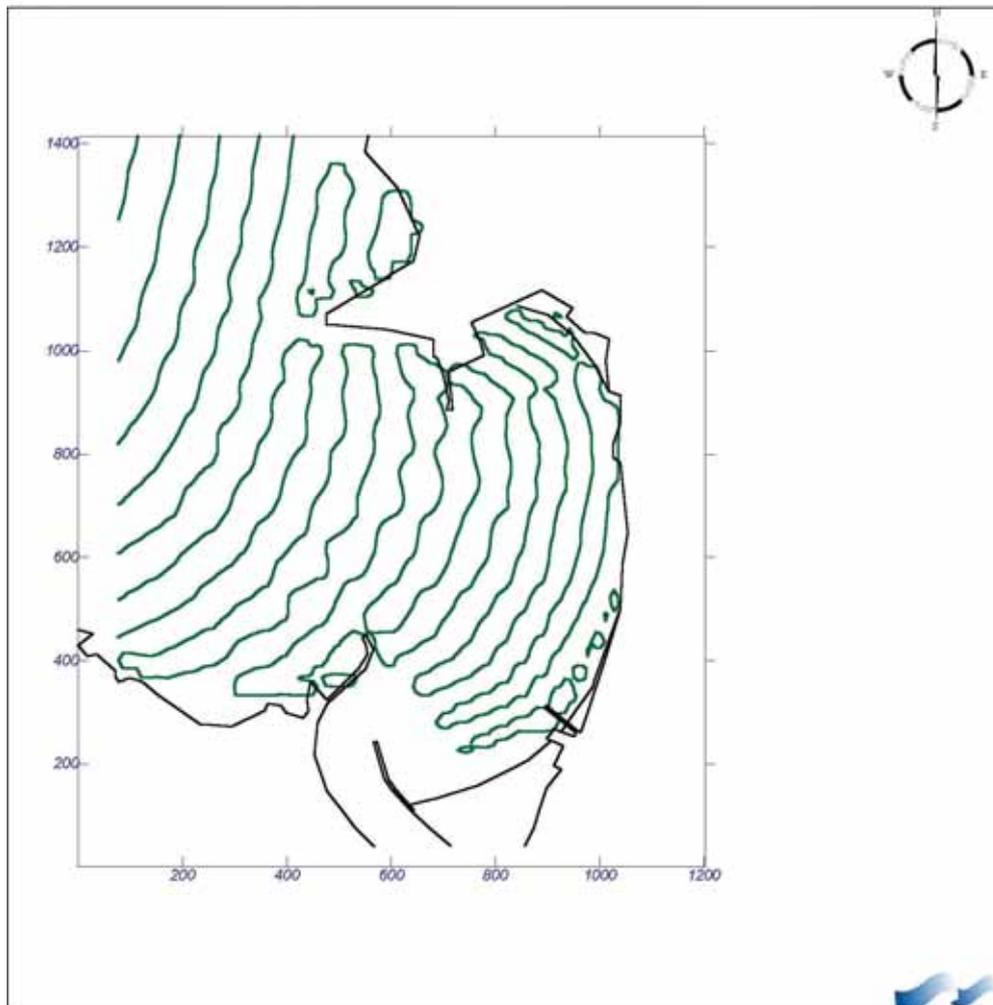


Figura 5.77



En la subpágina de *Corrientes* se pueden ver los resultados de corrientes por rotura (ver figura 5.78). Entre los resultados que se pueden obtener en esta página están: vectores corrientes, corrientes+magnitud (ver figura 5.79), corrientes+topografía (ver figura 5.80), corrientes+altura de ola, nivel medio 2D, nivel medio en 3D.

En la subpágina de *Transporte* los gráficos de erosión-sedimentación inicial y estado final de la playa. (ver figura 5.81). Entre los resultados que se pueden obtener están: vectores+magnitud (ver figura 5.82), topografía inicial+variación inicial (ver figura 5.83), topografía inicial+final (ver figura 5.84), topografía final+variaciones del fondo (ver figura 5.85).

En la subpágina de *Espectros* (ver figura 5.86) se pueden visualizar los espectros que se indicaron en el “Editor de Espectros” en la subpágina de *Salidas* (Página de *Casos*), (ver figura 5.87). Este gráfico se puede imprimir y guardar en el portapapeles de Windows.

Finalmente, en la subpágina de *Gráficos* aparecen aquellos gráficos del caso, de los cuales se han guardado su formato a efectos de impresión (ver figura 5.88).

Merece la pena comentar que, en los gráficos de resultados, aunque en algunos casos se han respetado las opciones de gráfico que figuraban por defecto, en otros casos se han modificado éstas, con el fin de obtener una mejor definición en los gráficos. Además, hay que tener en cuenta que, en el caso de que se haya especificado en la generación del caso que se guarden resultados de zoom en la última malla, se podrán generar determinados gráficos con esta información.

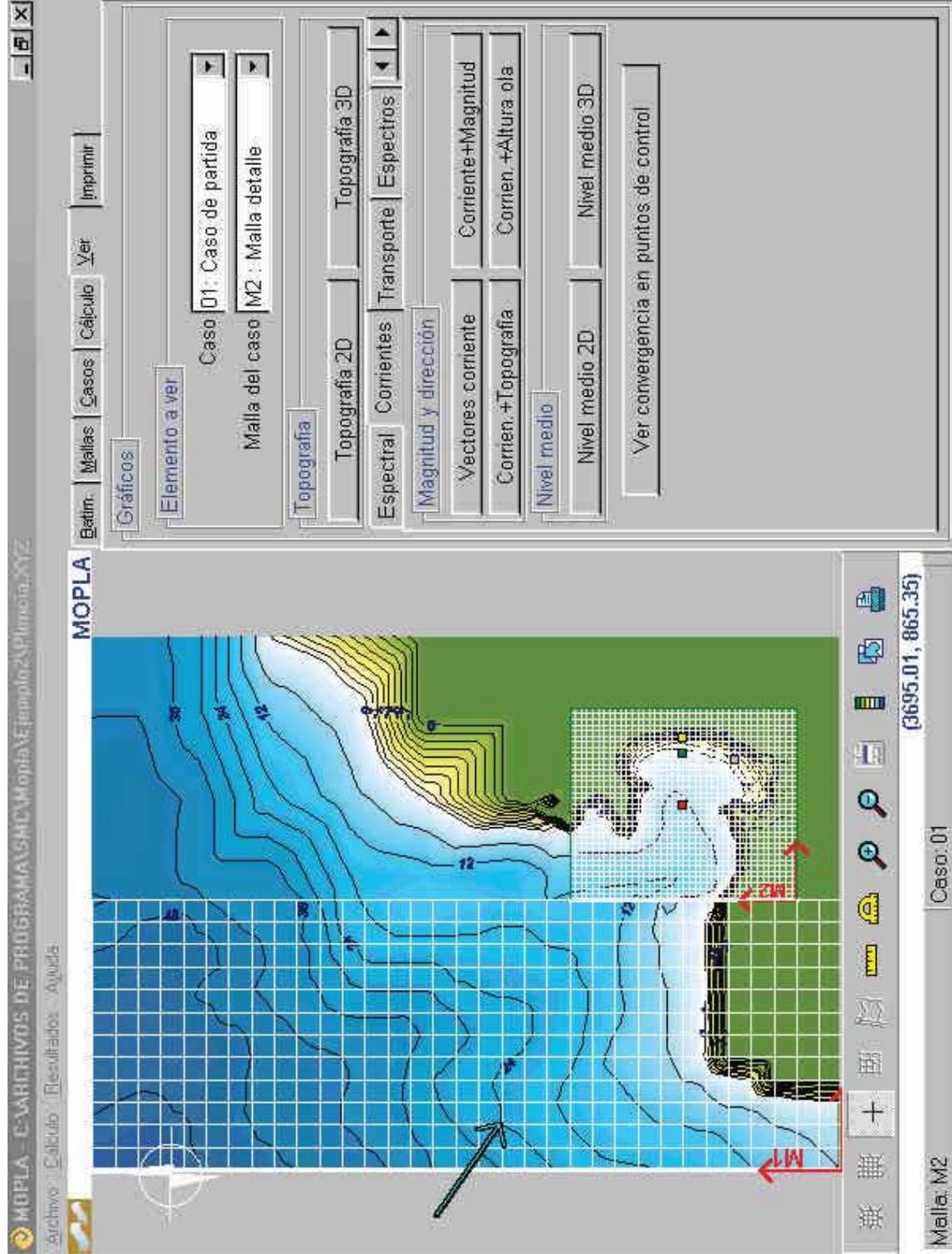


Figura 5.78



## Proyecto: Batimetría de Plencia

Gráfico: Vectores corriente

**Caso espectral: M201**  
**M2: Malla detalle**  
**01: Caso de partida**

### Características de la simulación

OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 5 m R: 40 m fp: 0.07 Hz (Tp: 14.2857 s) γ: 3.3 N° Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> θw: 0° (W) α: 10° - N° Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Ksaw: 1 m Viscosidad de remolineo α: 18 m <sup>2</sup> /s	

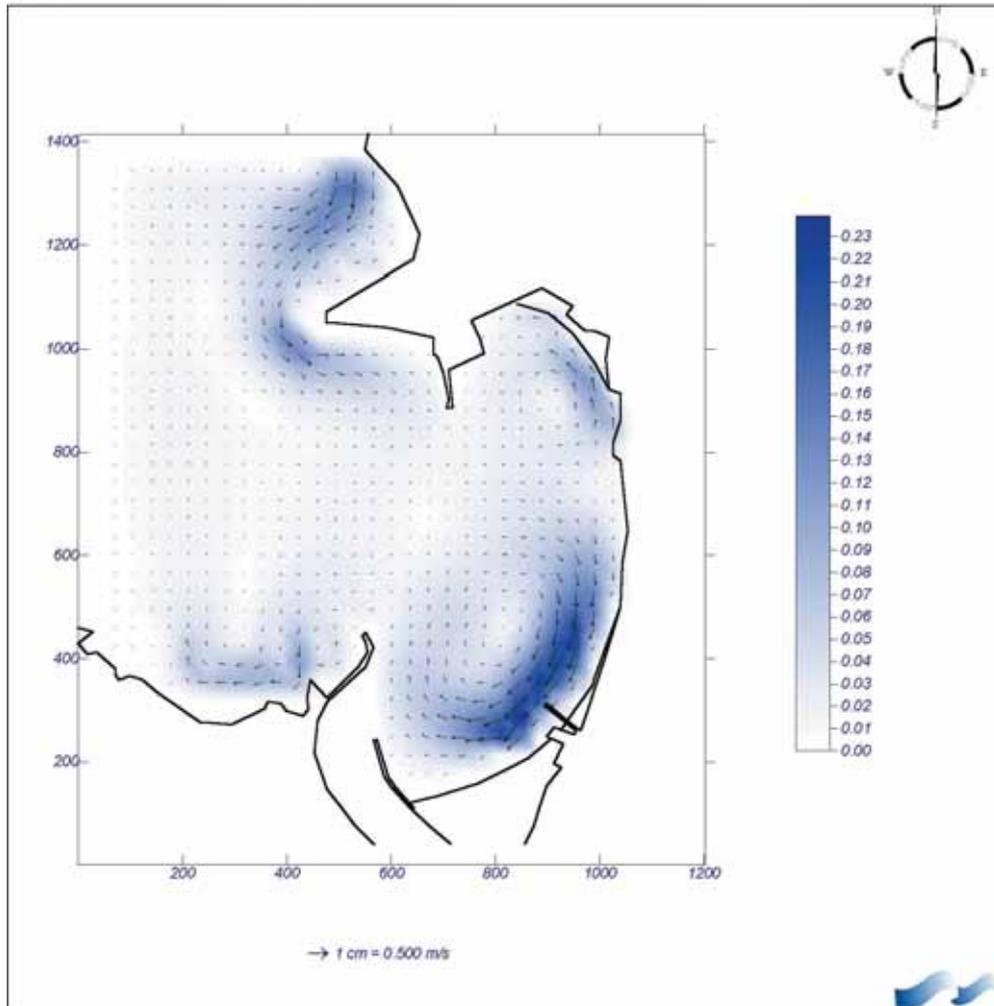


Figura 5.79



## Proyecto: Batimetría de Plencia

Gráfico: Gráfico combinado de corrientes y topografía

**Caso espectral: M201**  
**M2: Malla detalle**  
**01: Caso de partida**

### Características de la simulación

OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 5 m R: 40 m fp: 0.07 Hz (Tp: 14.2857 s) γ: 3.3 N° Comp.: 10	Rugosidad de Nikuradse Ksnc: 1 m  Viscosidad de remolino α: 18 m <sup>2</sup> /s	
<b>Espectro direccional</b> θw: 0° (W) α: 10° - N° Comp.: 15		

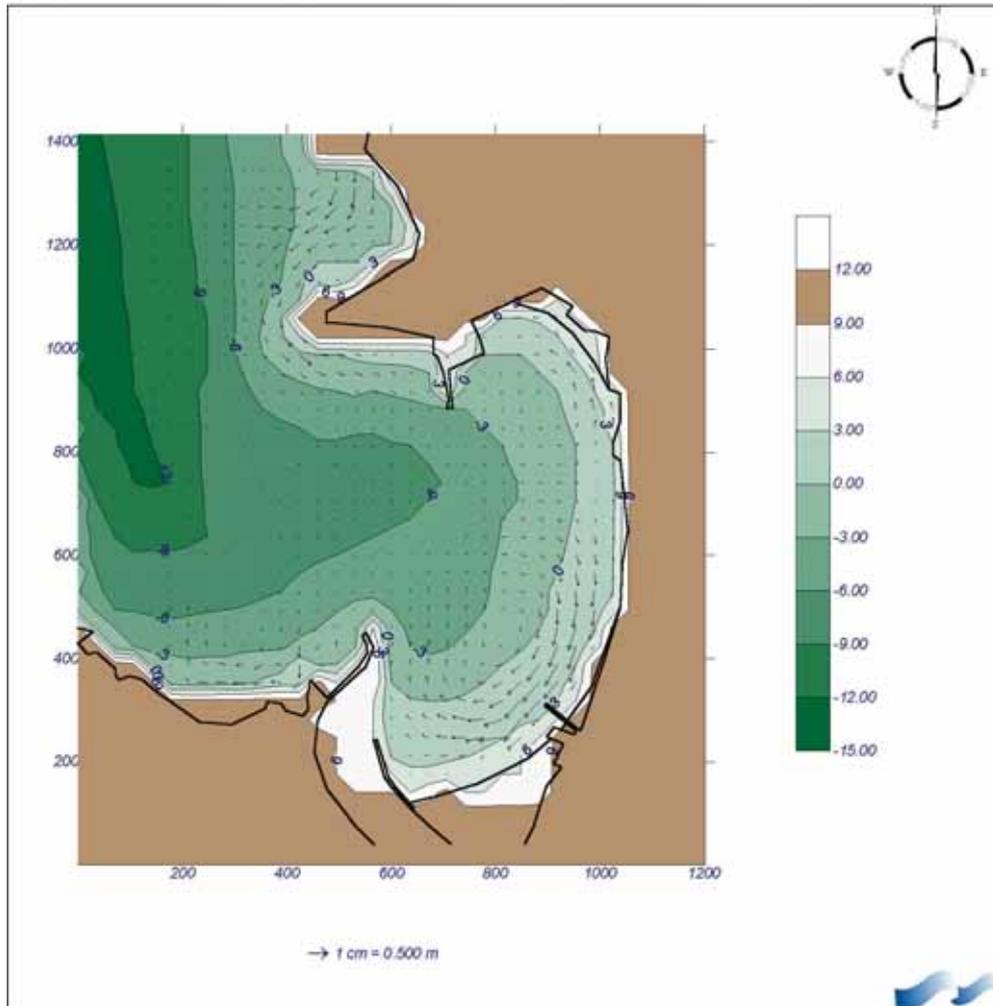


Figura 5.80

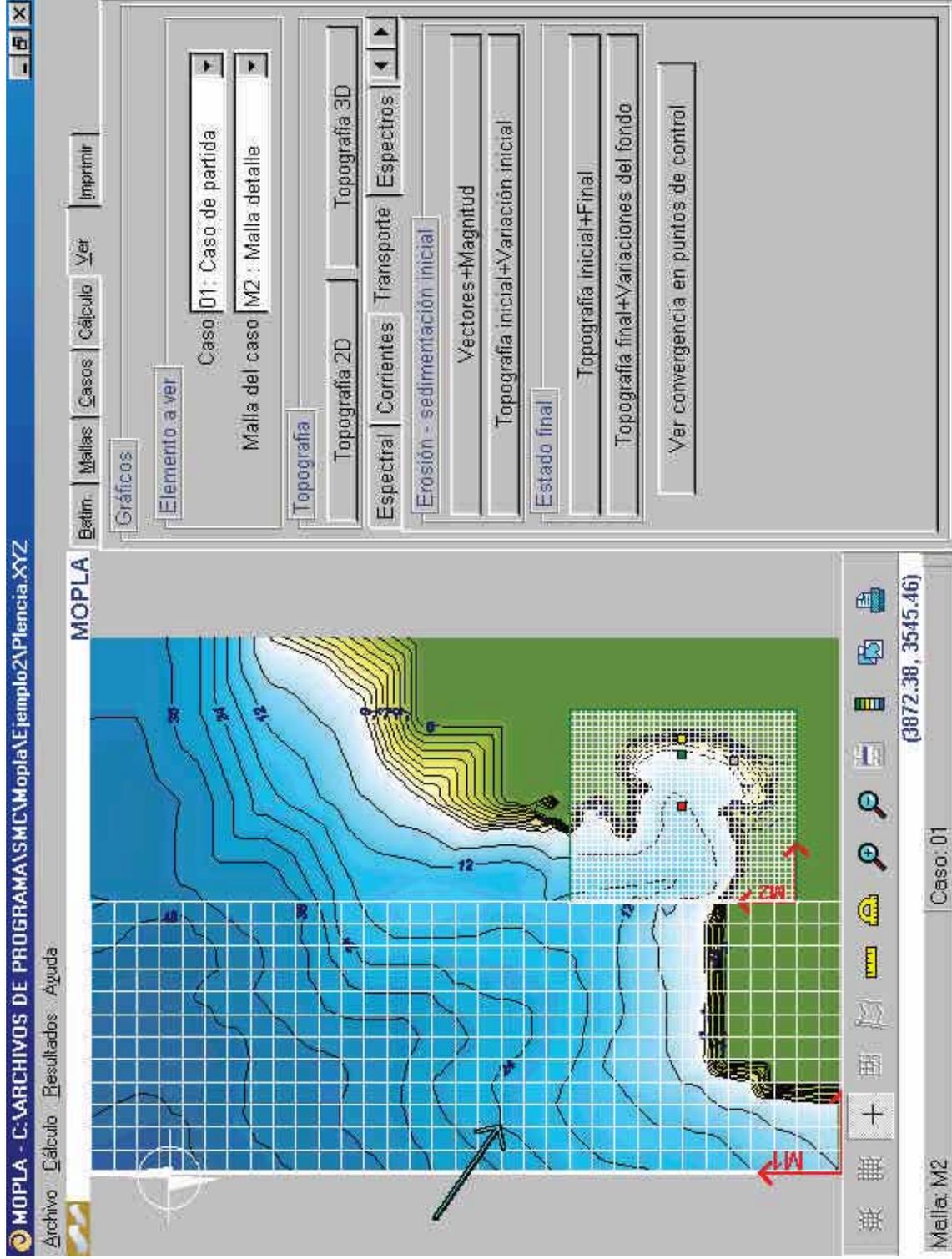


Figura 5.81



## Proyecto: Batimetría de Plencia

Gráfico: Gráfico combinado de vectores de transporte y magnitud

**Caso espectral: M201**  
**M2: Malla detalle**  
**01: Caso de partida**

### Características de la simulación

OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 5 m R: 40 m fp: 0.07 Hz (Tp: 14.2857 s) γ: 3.3 N° Comp.: 10	Rugosidad de Nikuradse Ksaw: 1 m Viscosidad de remolinos: $\alpha: 10 \text{ m}^2/\text{s}$	D <sub>50</sub> : 0.30 mm Duración: 72.0 h Formulación: Ballard
<b>Espectro direccional</b> θw: 0° (W) α: 10° - N° Comp.: 15		

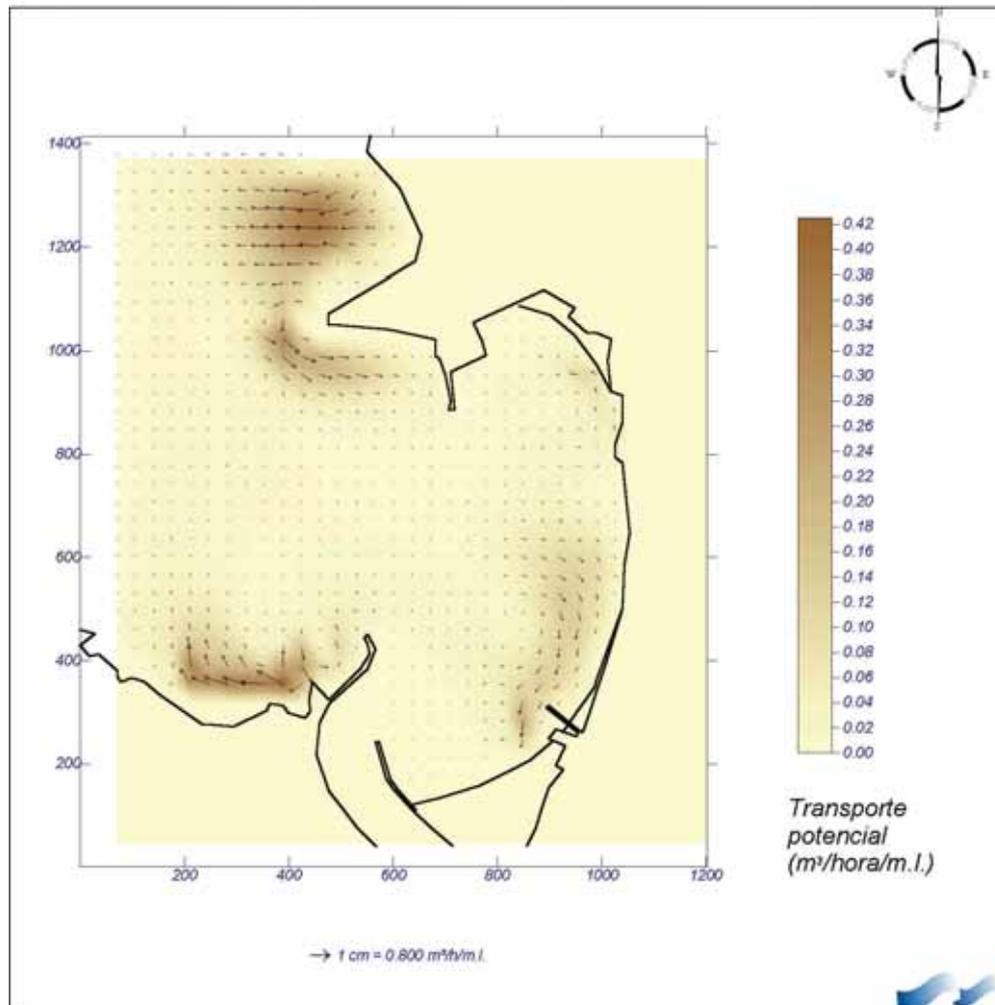


Figura 5.82



## Proyecto: Batimetría de Plencia

Gráfico: Topografía inicial + variación inicial de la topografía

**Caso espectral: M201**  
**M2: Malla detalle**  
**01: Caso de partida**

### Características de la simulación

OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 5 m R: 40 m fp: 0.07 Hz (Tp: 14.2857 s) γ: 3.3 N° Comp.: 10	Rugosidad de Nikuradse Ksac: 1 m Viscosidad de remolinos: $\alpha: 10 \text{ m}^2/\text{s}$	D <sub>50</sub> : 0.30 mm Duración: 72.0 h Formulación: Ballard
<b>Espectro direccional</b> θw: 0° (W) α: 10° - N° Comp.: 15		

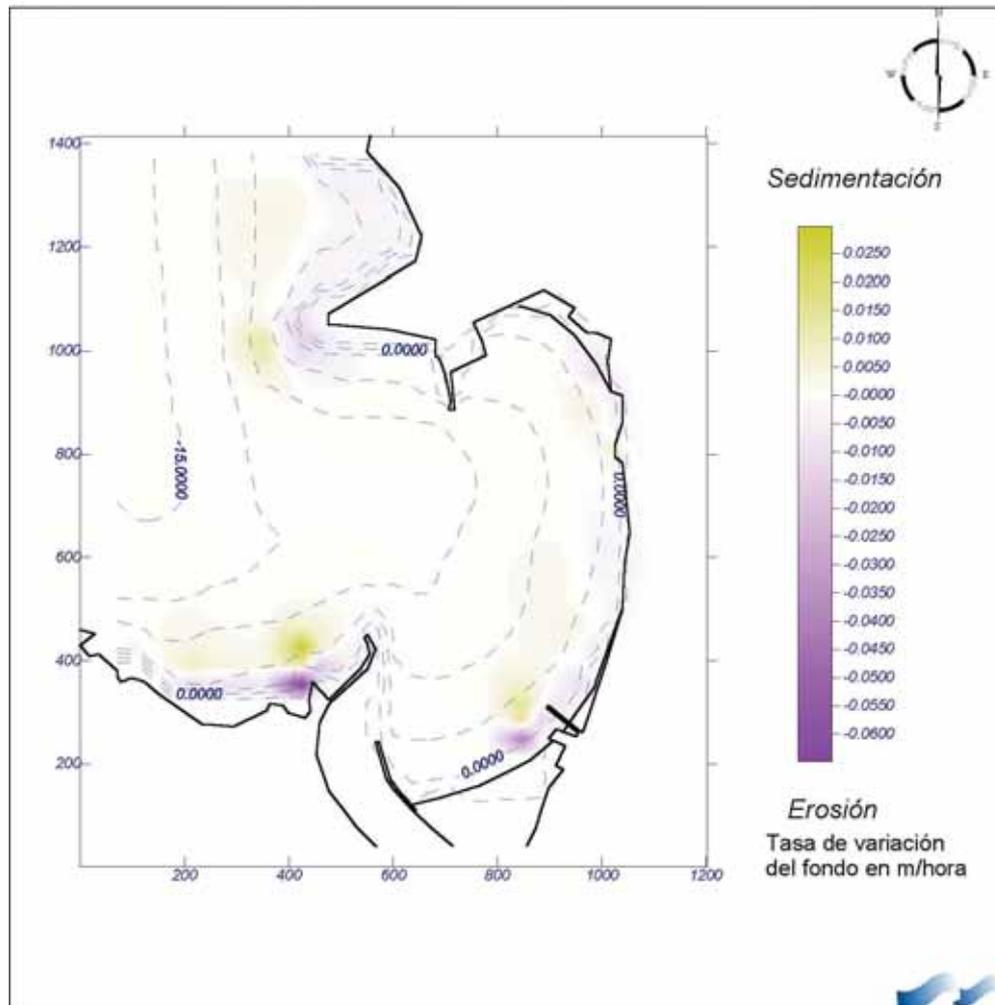


Figura 5.83



## Proyecto: Batimetría de Plencia

Gráfico: Topografías inicial y final

**Caso espectral: M201**  
**M2: Malla detalle**  
**01: Caso de partida**

### Características de la simulación

OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 5 m R: 40 m fp: 0.07 Hz (Tp: 14.2857 s) γ: 3.3 N° Comp.: 10	Rugosidad de Nikuradse Ksaw: 1 m Viscosidad de remolinos: $\alpha: 10 \text{ m}^2/\text{s}$	D <sub>50</sub> : 0.30 mm Duración: 72.0 h Formulación: Ballard
<b>Espectro direccional</b> θw: 0° (W) α: 10° - N° Comp.: 15		

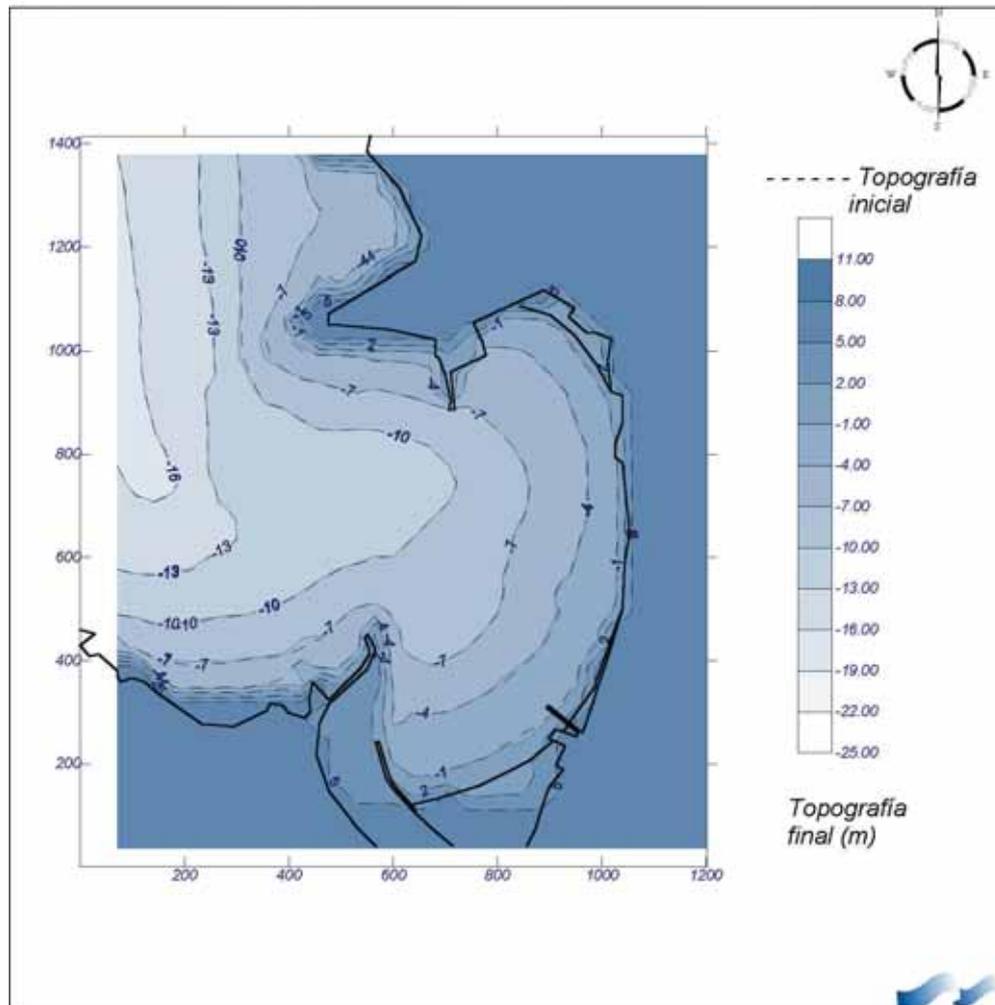


Figura 5.84



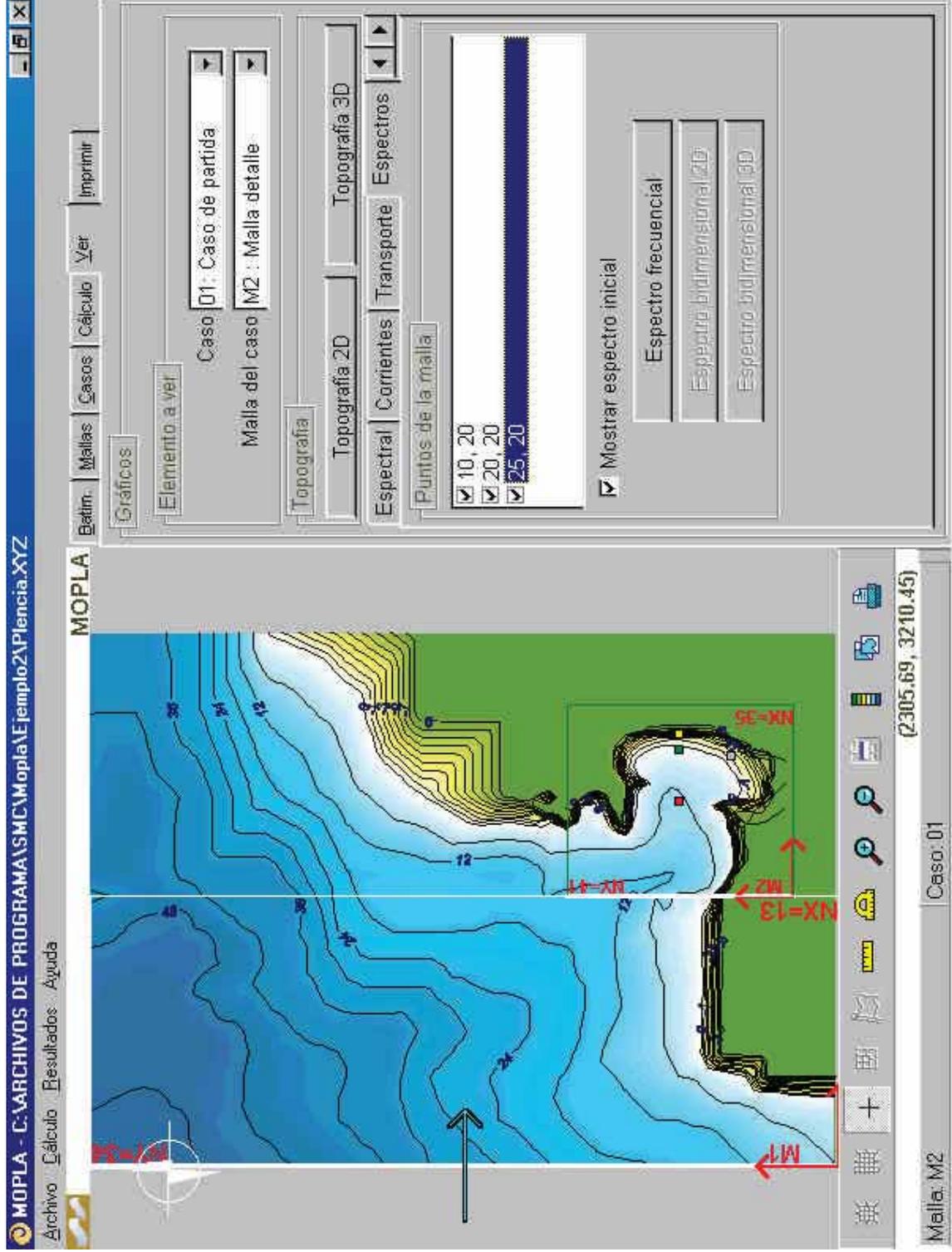


Figura 5.86

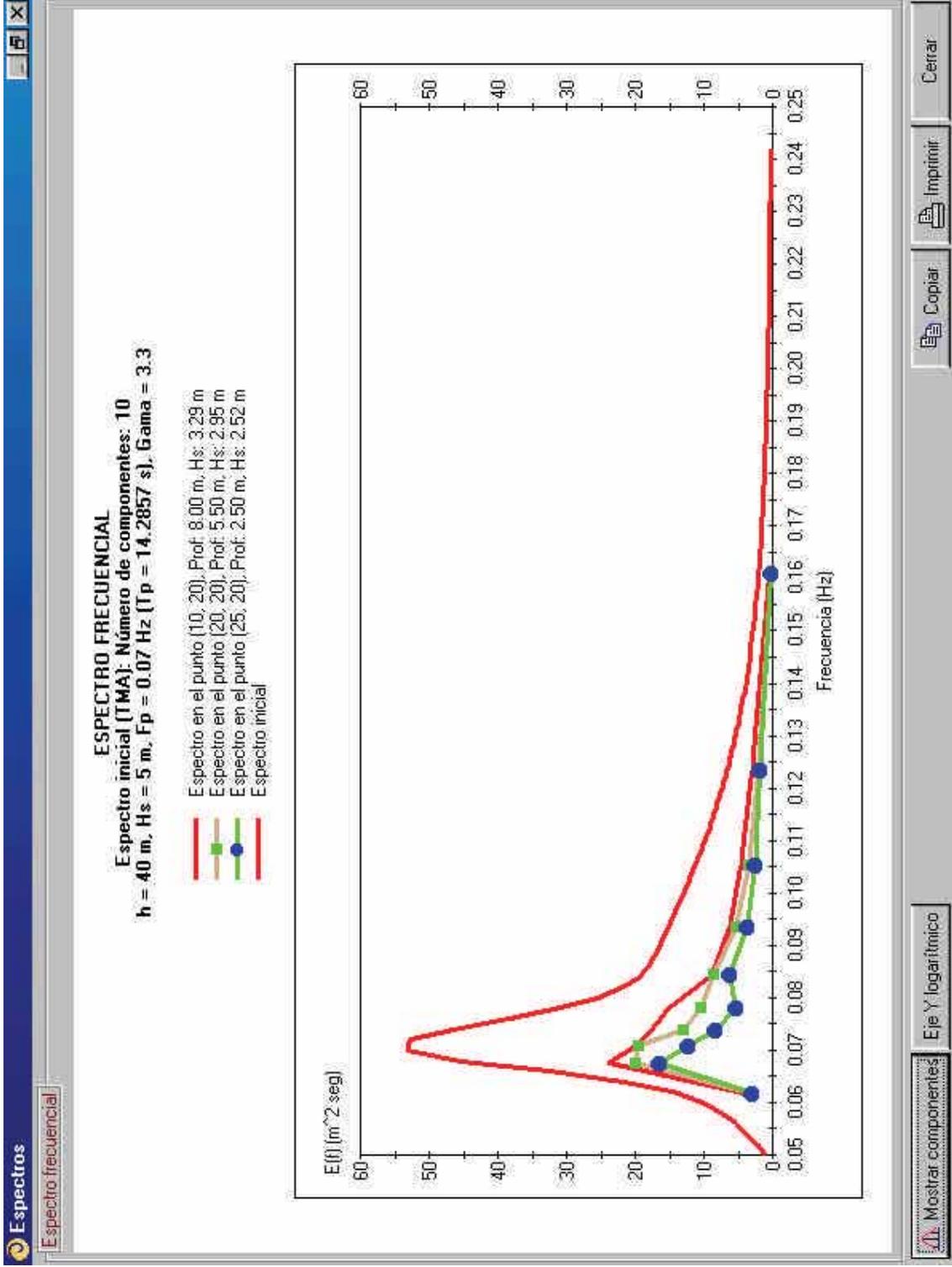


Figura 5.87

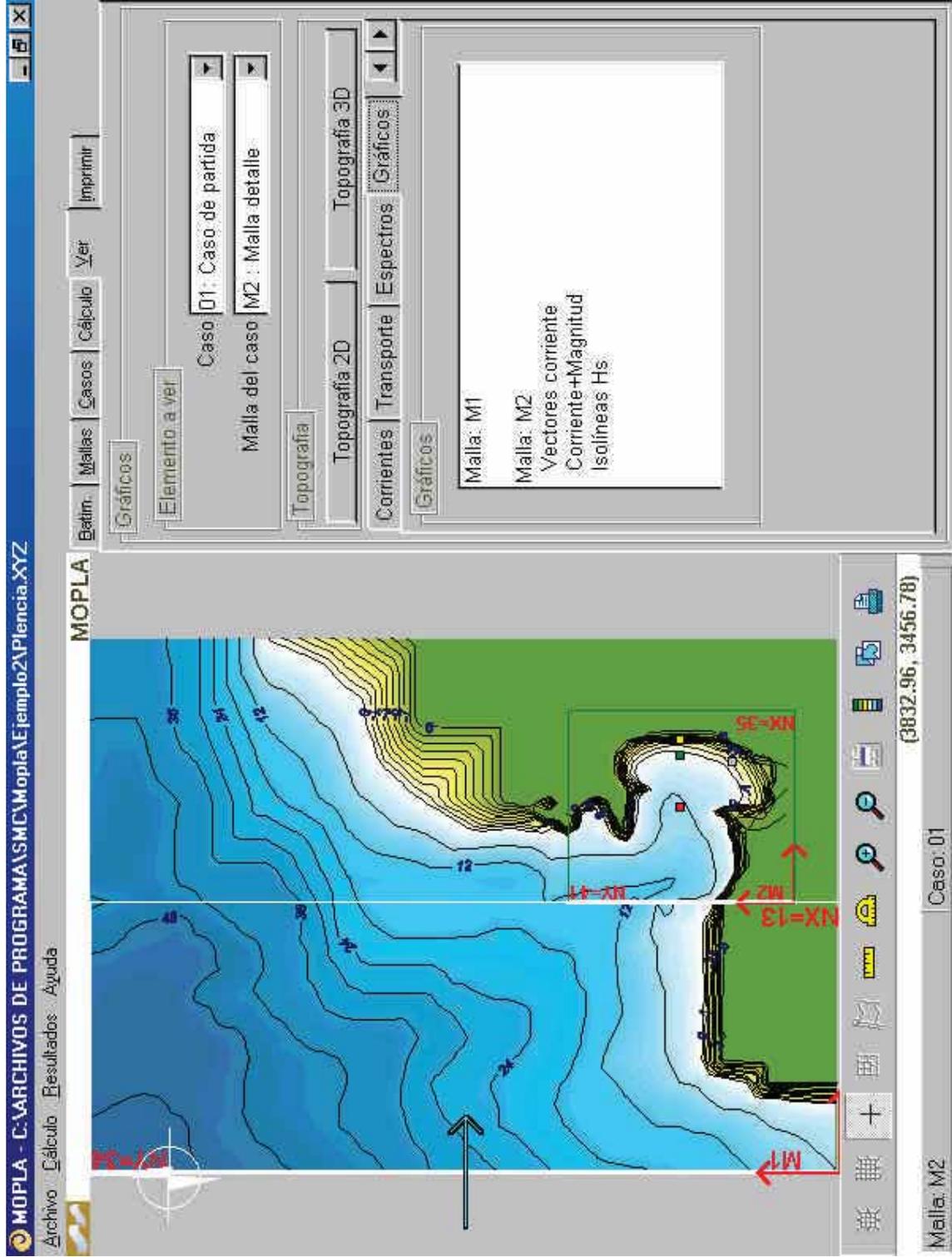


Figura 5.88



### ***6. Imprimir los resultados:***

Los resultados se pueden imprimir desde la página *Imprimir* en hojas con formato A4. El formato de las páginas de salida (títulos, parámetros, información del **caso**, descripciones, etc) son los que se han mostrado en las figuras anteriores.

Una vez en la página de *Imprimir* se puede pulsar el botón de “Añadir” (primero bajo la lista) y se adicionan casos a la lista.

En el menú que aparece, seleccionar el caso, malla y gráficos deseados. En la parte inferior se permite asociar un formato de gráfico para los dibujos, los cuales se definieron previamente en la página de *Ver*.

Una vez se han definido los gráficos de los **casos**, estos se pueden sacar directamente por impresora, pulsando el botón “Imprimir”, o enviarlos directamente al Surfer.

Una descripción del manejo de la Cola de Cálculo y la Cola de Impresión, se recoge al final del capítulo 4 y en el Anejo III de este manual.

## **CAPÍTULO 6**

# **METODOLOGÍA PASO A PASO PARA APLICAR EL MOPLA EN UN PROYECTO**

---



## 6. METODOLOGÍA PASO A PASO PARA APLICAR EL Mopla EN UN PROYECTO

### 6.1 ¿Qué puede usted aprender en este capítulo?

- Una metodología paso a paso de cómo aplicar el modelo Mopla en un proyecto y un ejemplo de su aplicación al caso de las playas de Plencia y Gorniz (Vizcaya). La metodología aquí propuesta es simplemente una recomendación o guía que se da al usuario, a partir de la experiencia adquirida por el Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas de la Universidad de Cantabria.
- Algunos criterios generales para seleccionar las mallas de propagación: dimensiones, orientación, etc.

### 6.2 Metodología paso a paso

#### 1. Información de partida

Partiendo de un proyecto de estudio de una zona costera, con unos objetivos bien definidos, se asume que el usuario conoce:

- La morfología de la zona de estudio, con planos batimétricos a escalas y resolución adecuadas; teniendo especial cuidado con el nivel de referencia (cero del puerto, cero de Alicante, etc.).
- Los parámetros hidrodinámicos como nivel del mar y oleaje (direcciones, alturas de ola y períodos) en profundidades indefinidas o zonas intermedias con información de boyas u otras fuentes.
- Si el modelo de propagación es aplicable al caso de estudio, con base en las hipótesis y limitaciones dadas en el capítulo 3 y *Documentos de Referencia*.
- Si los resultados del modelo de propagación van a ser de entrada para otros modelos: corrientes en zona de rompiente, propagación de onda de marea, corrientes por viento, transporte de sedimentos, transporte de sustancias, etc., lo cual impone restricciones en la geometría y resolución de las mallas.



## 2. *Análisis preliminar de la batimetría*

- El primer paso es analizar la batimetría teniendo en cuenta las direcciones del oleaje que se van a propagar e identificar aquellos aspectos geográficos y batimétricos significativos (bajos, cañones, penínsulas, islas, etc.) que deban incluirse en dicha propagación del oleaje hacia la zona de estudio.
- También es importante definir los límites de profundidades indefinidas, dónde las olas del estudio comienzan a verse afectadas por la propagación (efectos de asomeramiento, refracción, etc.). Con base en los oleajes del estudio, se tiene para cada dirección de interés unos períodos de ola que definen los límites en profundidades indefinidas ( $d$ ). Una aproximación para definir ( $d$ ) es por medio de la relación:  $d \sim 0.5 L_0$ , donde  $L_0$  es la longitud de onda en profundidades indefinidas ( $L_0 = gT^2 / 2\delta$  en teoría lineal); Como puede verse en esta relación, las olas con períodos más grandes comienzan a verse afectadas en profundidades mayores. Aplicando esta sencilla relación, se puede tener una idea inicial sobre la carta, de dónde están los límites desde dónde se debe comenzar a propagar el oleaje.
- Una vez que se han identificado los rasgos más importantes de la batimetría que afectan a la propagación y los límites de profundidad para cada período en las distintas direcciones del oleaje, se puede definir como una primera aproximación, si la propagación del oleaje a la zona de estudio se hace mediante una sola malla, o con un conjunto de mallas anidadas de diferente resolución. Dado que (1) las profundidades límites ( $d$ ) pueden estar muy alejadas mar adentro (del orden de kilómetros) de la zona de estudio, y (2) el tamaño de los elementos de una malla son fijos; el hacer una malla de esas dimensiones, con la resolución requerida en la zona de interés es inviable; primero por limitaciones del dimensionamiento del modelo numérico, segundo se almacena más información de la necesaria y tercero, por el coste del tiempo de ejecución. Para evitar este inconveniente se puede proceder de la siguiente forma:
  - Mientras que las líneas batimétricas sean sensiblemente paralelas sin variaciones muy fuertes, se puede propagar el oleaje aplicando la ley de Snell bajo la teoría lineal de ondas. (Ver en el manual de referencia del Oluca-MC, la propagación por Snell, en el ejemplo de comprobación del modelo en refracción por fondo). A partir de este punto se puede aplicar el modelo de propagación Mopla.

y/o,



- Anidar o encadenar mallas en serie en la dirección del eje  $X$ , a partir de una malla externa que comienza en un punto donde se conoce el oleaje, ver (figura 6.1). La malla externa posee un tamaño de elementos de acuerdo a las variaciones espaciales de la batimetría, esta malla se extiende en el eje  $X$ , hasta cuando se presenten variaciones en la batimetría que sean menores a los tamaños de los elementos de la malla, la nueva malla con mayor resolución se anida en la última fila en  $X$ . A continuación se repite el mismo proceso, si es necesario, hasta alcanzar la zona de estudio con la que denominaremos malla de detalle, la cual posee una resolución de malla adecuada con la batimetría. Es importante tener en cuenta que si se desea estudiar las corrientes por rotura en la última malla (Malla de detalle), el contorno del encadenamiento debe estar alejado de la zona de rompiente de las olas (ver detalles al respecto en la sección 3.6 del manual de referencia del Copla-(MC/SP) “Corrientes de rotura del oleaje”).

En términos generales, en esta etapa preliminar del análisis de la batimetría es posible definir: (1) Una propagación inicial aplicando la ley de Snell si la batimetría lo permite, y (2) una estimación en una primera aproximación del número de mallas anidadas que son precisas para propagar el oleaje hasta la zona de estudio, lo cual, da una idea del orden de las dimensiones en el eje  $X$  de cada malla.

### **3. Orientación de las mallas**

Para definir la orientación de la malla o mallas, en el caso de que sean encadenadas, es necesario tener en cuenta tres criterios que se presentan a continuación en orden de prioridad:

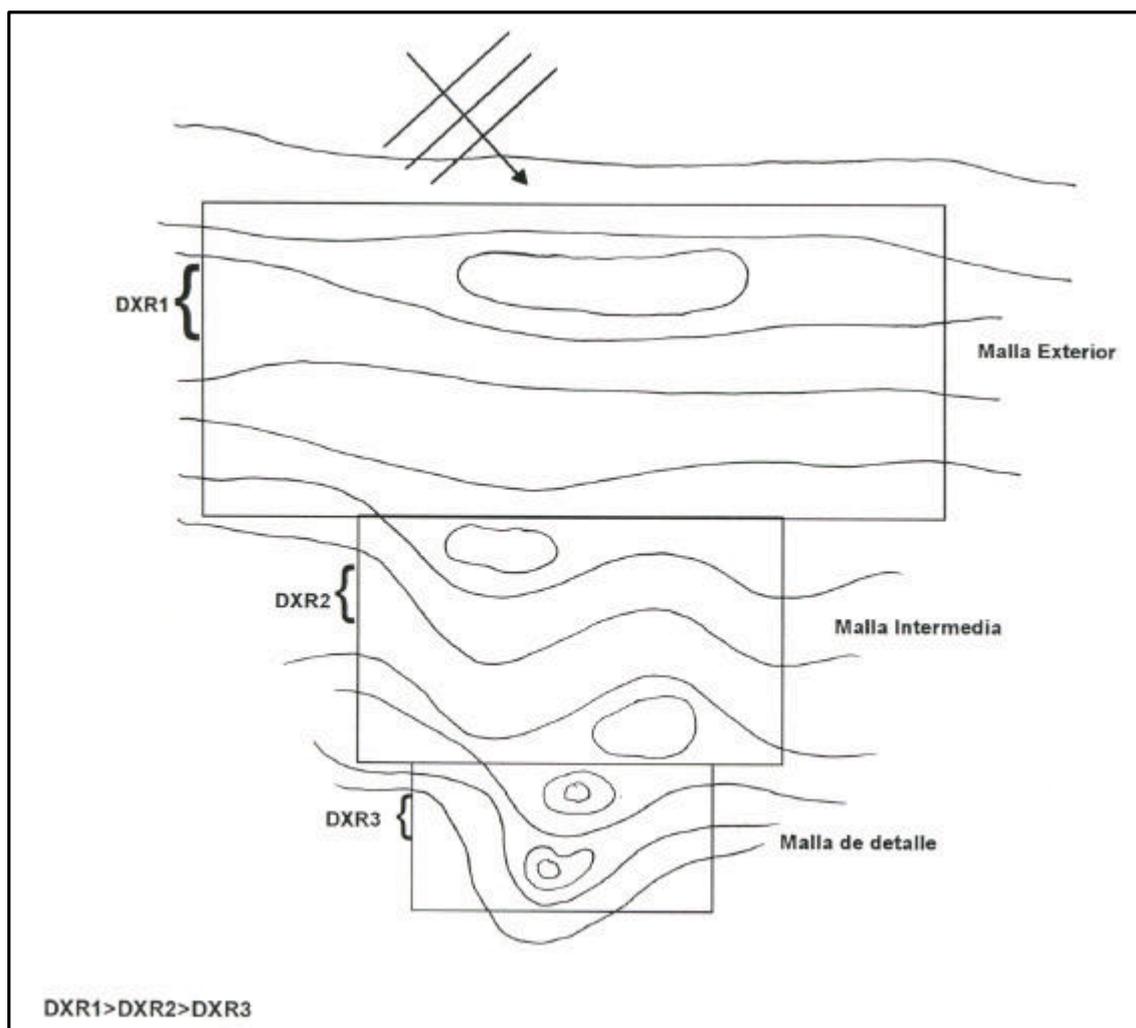


Figura 6.1. Mallas anidadas definidas por escalas de variaciones en la batimetría



- Garantizar que la dirección del oleaje que alcanza la zona de estudio esté dentro de  $\pm 55^\circ$  con respecto al eje  $X$  de la malla. Si no es posible en toda la zona, sí lograr que sea en la mayor parte de ella.
- La dirección del oleaje a ser propagado en la malla exterior, debe formar un ángulo con el eje  $X$  de la malla, entre  $\pm 55^\circ$ .
- En lo que sea posible, pero no indispensable, evitar grandes cambios de profundidad en la primera fila de la malla externa (condición inicial del oleaje).

Los dos primeros criterios siempre se deben cumplir. En algunas situaciones las direcciones del oleaje a propagar se salen del rango  $\pm 55^\circ$  para una sola malla; en dichos casos es necesario propagar mallas con diferente orientación, una para cada dirección, teniendo siempre en cuenta que se cumpla que la orientación del oleaje propagado en la zona de estudio se encuentre dentro de los  $\pm 55^\circ$  con respecto al eje  $X$ .

#### 4. Dimensionamiento de mallas

Una vez se ha definido la orientación de las mallas, y el número de mallas de propagación por dirección, es necesario definir las dimensiones de las mismas. En la (figura 6.2) aparece un esquema de tres mallas de referencia anidadas, donde las dimensiones de cada una de las mallas quedan definidas por dos de los siguientes parámetros: (1) el tamaño de malla  $X_k, Y_k$ , (2) el tamaño de los elementos  $DXR_k$  y  $DYR_k$  y (3) el número de filas  $MR_k$  en  $x$  y de columnas  $NR_k$  en  $y$ , donde  $k$  puede ser (e: malla exterior, i: una malla intermedia, d: malla de detalle). Ver figura 6.2.

Las dimensiones de las mallas se definen a partir de la malla de detalle hacia el exterior, preferiblemente con el siguiente orden:





A. Dimensionamiento de la malla de detalle:

$DXR_d$  = Es la distancia en metros entre filas en la dirección del eje  $x$ . Se define teniendo en cuenta el menor valor entre: (1) La escala de variaciones espaciales de la batimetría 0(10), 0(100)... y/o elementos de interés como diques u otros que se quieren incluir en el estudio, y (2) si el modelo de propagación de oleaje interactúa con otros modelos, como es el caso de un modelo de corrientes en la zona de rompiente. El modelo de corrientes puede restringir el tamaño de la malla de acuerdo a criterios de estabilidad numérica.

$DYR_d$  = Es la distancia en metros entre columnas en el eje  $y$ . Se define de acuerdo con las variaciones de la batimetría en  $y$  y los requerimientos de modelos que interactúan con el Mopla. Se recomienda tener  $DXR_d = DYR_d$ .

$X_d$  = Longitud en metros de la malla en el eje  $x$ . Este parámetro se puede definir a partir de la distancia que se estimó en el análisis preliminar de la batimetría y la distancia entre filas  $DXR_d$ .

$Y_d$  = Longitud en metros de la malla en el eje  $y$ . La selección de esta longitud es de especial cuidado, dado que en  $J = 1$  y  $J = NR$ , se definen las condiciones de contorno laterales tanto para el modelo de propagación de ondas, como el de corrientes (consultar la sección 3.6 de los dos manuales de referencia, Oluca-MC, Oluca-SP y el manual de referencia del Copla-(MC/SP)). En la (figura 6.3) se muestran dos mallas de detalle donde están definidas la distancia  $X_d$  y dos anchuras  $Y_d$ . El caso de la malla definida entre (A) y (B) con anchura  $Y_{d1}$  y el oleaje incidente que se muestra en la figura, presenta dos efectos de contorno no deseados en la zona de estudio: (1) No tiene en cuenta la energía incidente entre (B) y (D) que afecta la zona de estudio, por lo tanto, es necesario ampliar el límite hasta (D) y (2) el contorno en (A) aunque es abierto, genera alguna influencia o pequeñas reflexiones, dado que las condiciones de contorno no son perfectas; por tanto, es necesario alejar el contorno hasta que la zona de estudio se encuentre lejos de su influencia, en (C).

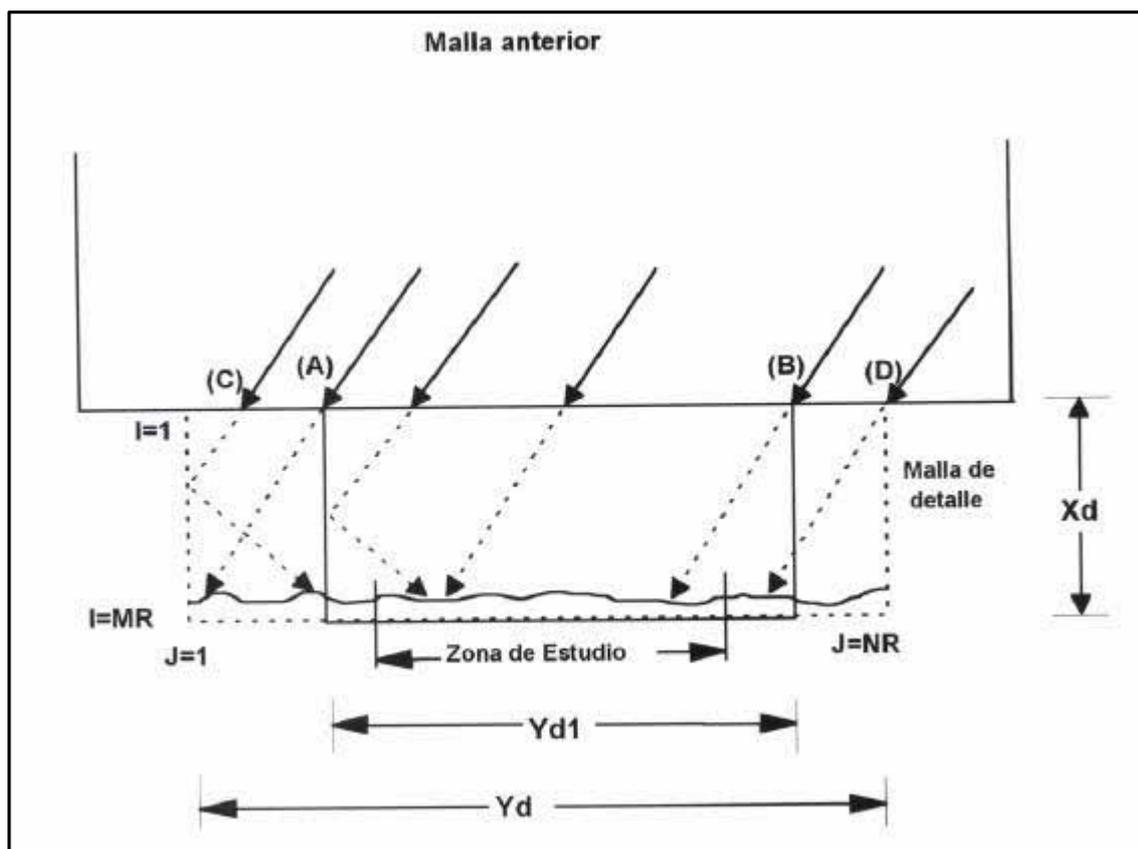


Figura 6.3. Límites laterales de la malla de detalle



Se recomienda en lo posible que la batimetría en la zona cercana de los contornos laterales sea lo más paralela al eje  $y$ , para evitar comportamientos extraños del oleaje.

El modelo Mopla permite seleccionar para los modelos de propagación, los contornos laterales abiertos o reflejantes, en la página de *Casos* (\Ondas o espectro\Modelo). Con lo cual el usuario puede verificar la influencia de los contornos en la zona de estudio.

En cuanto a los modelos de “Corrientes y transporte”, la localización de un contorno lateral cerrado debe hacerse teniendo en cuenta los contornos definidos en la sección 3.6 del manual de referencia del Copla-(MC/SP).

Número de Subdivisiones ( $ND_d$ ) en  $y =$

Tal como se muestra en el apartado 3.3 de los manuales de referencia (Oluca-MC y Oluca-SP), el dominio de la malla de referencia está internamente subdividida a efectos de cálculo del modelo. Normalmente el modelo calcula las subdivisiones en  $x$  teniendo en cuenta 10 filas por longitud de onda, y en el eje  $y$  el usuario define el número de subdivisiones de cálculo entre dos columnas. En esta sección se define un criterio para seleccionar dichas subdivisiones.

Lo primero es suponer una separación entre subdivisiones en el eje  $y$ , dado que para definir una onda se necesita más de 7 u 8 puntos, se tomará:

$$DY = \frac{L}{10} \tag{1}$$

donde  $L =$  longitud de onda representativa de la zona de estudio en la malla de detalle. Para el caso de una malla de detalle en una playa, se puede asumir,  $L$ , como la de una onda en profundidades reducidas:

$$L \approx \sqrt{gh} T \tag{2}$$



siendo,  $h$  una profundidad media de la zona de estudio y  $T$  un período medio dentro de los oleajes a propagar.

Quedando así definida una primera aproximación del espacio entre subdivisiones ( $DY$ ) como:

$$DY \cong \frac{\sqrt{gh} T}{10} \quad (3)$$

A partir de  $DYR_d$  y  $DY$ , se obtiene el número de subdivisiones ( $ND_d$ ) entre filas en  $y$ :

$$ND_d = \text{Parte entera de} \left[ \frac{DYR_d}{DY} \right] \quad (4)$$

y el valor exacto de  $DY$ , queda definido como:

$$DY = \frac{DYR_d}{ND_d} \quad (5)$$

El cual es el mismo valor para todas las mallas encadenadas.

El número total de subdivisiones,  $JY_d$ , en el eje  $y$  es:

$$JY_d = (NR_d - 1) ND_d \quad (6)$$

El número total de subdivisiones,  $JY_d$  y las dimensiones de la malla  $MR_d \times NR_d$ , le permite saber al usuario si está dentro del rango del modelo a ejecutar. Ver dimensiones en las secciones 3.3 y 3.4 de los correspondientes manuales de referencia (Oluca-MC y Oluca-SP).



B. Dimensionamiento de Mallas Intermedias o Malla Exterior:

$DYR_k$  = Con los mismos criterios que para la malla de detalle, para una malla dada,  $k$ , se asume un valor inicial  $\overline{DYR_k}$  de acuerdo con la nomenclatura de la figura 6.2. Por otro lado, se debe cumplir una relación entre columnas de mallas encadenadas, para garantizar que el tamaño de las subdivisiones entre mallas coinciden, siendo esta relación:

$$DYR_k = n (DYR_{k+1}) \tag{7}$$

donde  $n$  es un entero que relaciona el número de columnas de la malla  $k$ , con la malla  $k+1$  y se define como:

$$n = \text{Parte entera} \left[ \frac{\overline{DYR_k}}{DYR_{k+1}} \right] \tag{8}$$

Por ejemplo, si se supone que la malla de detalle de la figura 6.2 tiene un  $DYR_{k+1} = 20 \text{ m}$ . y se estima que la malla intermedia tenga un valor aproximado  $\overline{DYR_k} \approx 150 \text{ m}$ , se obtiene un valor  $n$  de 7, quedando el tamaño entre columnas de la malla intermedia  $DYR_k = 140 \text{ m}$ .

Para estimar  $DXR_k$ ,  $X_k$  e  $Y_k$ , se siguen los mismos criterios que se vieron en la malla de detalle. Se recomienda  $DXR_k = DYR_k$ .

Número de Subdivisiones ( $ND_k$ ) en  $y$ :

La distancia entre subdivisiones,  $DY$ , debe ser el mismo valor que (5) para poder encadenar las mallas; por lo tanto, el número de subdivisiones en  $y$  es:

$$ND_k = \frac{\overline{DYR_k}}{DY} \tag{9}$$



o lo que es igual reemplazando (7) y (5):

$$ND_k = n(ND_{k+1}) \quad (10)$$

El número total de subdivisiones ( $JY_k$ ) en el eje  $y$  de la malla  $k$ , es:

$$JY_k = (NR_k - 1) ND_k$$

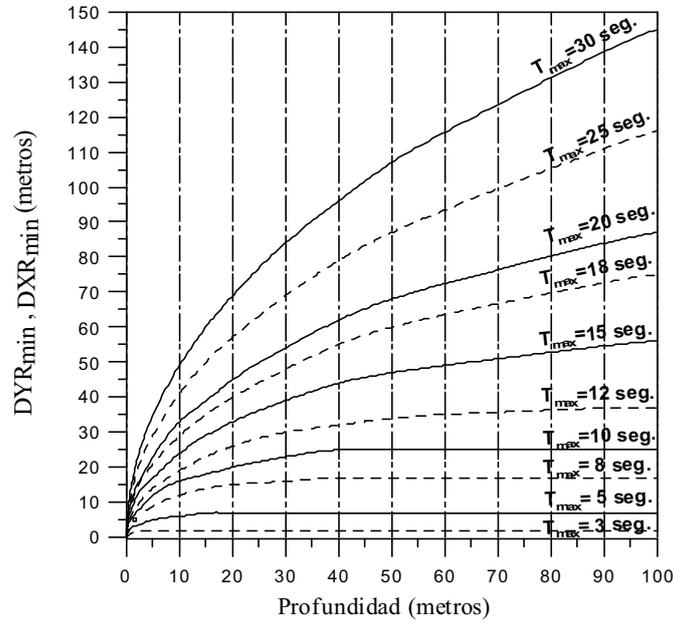
El mayor número de subdivisiones  $JY_k$  y el mayor tamaño de malla de referencia  $MR_k \times NR_k$  de las mallas anidadas, definen las dimensiones del modelo de propagación para las ejecuciones.

### C. Dimensionamientos mínimos de $DXR_d$ y $DYR_d$ :

Es de resaltar, que existe un tamaño mínimo  $DXR_d$  y  $DYR_d$ , debido a la técnica de “Thin film” que se aplica a zonas de tierra (leer con detalle la sección 3.10 del manual de referencia del Oluca-SP). Esta limitación se aplica para ciertas condiciones de profundidad del agua y períodos del oleaje en cercanías a una zona de tierra (generalmente grandes profundidades  $> 20$  m, períodos grandes  $> 15$  segundos, éste es el caso de diques de protección en Puertos a grandes profundidades). En la figura 6.4 se muestra un gráfico que relaciona el tamaño mínimo de ( $DXR_d$  y  $DYR_d$ ), en función de la profundidad más cercana al “Thin film” y el período máximo del oleaje monocromático o espectral.



Tamaño mínimo de Malla  $(D_{YR}, D_{XR}) \geq L/6$   
 (Limitación Numérica del modelo parabólico)



Detalle Tamaño mínimo de Malla  $(D_{YR}, D_{XR}) \geq L/6$

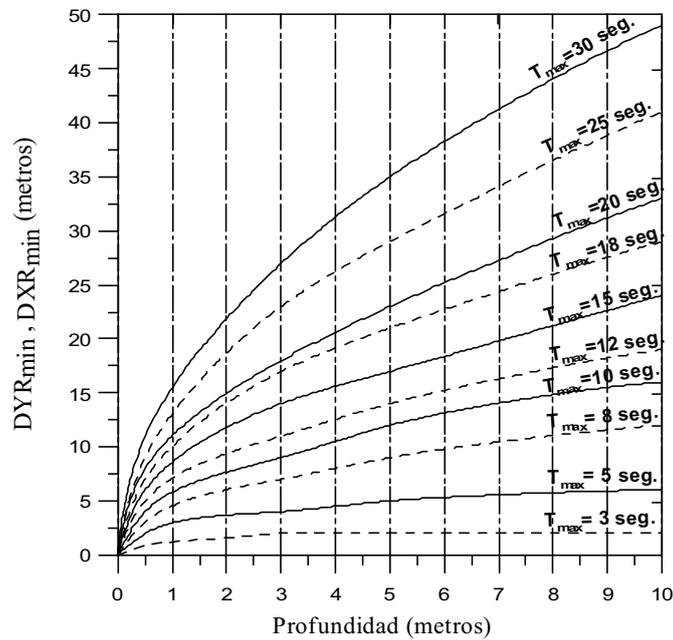


Figura 6.4 Tamaño mínimo de malla ( $D_{YR}, D_{XR}$ ), como una función de la profundidad mas cercana al “Thin film” y el periodo máximo de las componentes.



Siempre que ejecutemos un caso, el programa Mopla revisa en las mallas si hay puntos que no cumplen con esta condición. En este momento nos da una advertencia en pantalla y recomienda suavizar la batimetría en cercanías de puntos de tierra, o aumentar los incrementos de malla, tal y como se muestra en un ejemplo en la figura 6.5.

## 5. *Digitalización de la batimetría y los contornos*

Una vez se han definido sobre planos:

- La orientación de las mallas.
- El número de mallas encadenadas.
- Las dimensiones de las mallas  $X_k, Y_k$ .
- Los tamaños de las mallas  $DXR_k, DYR_k$  (como también las relaciones  $n$  entre columnas de mallas encadenadas).
- El número de subdivisiones  $ND_k$  en  $y$ .
- Verificar los límites en mallas de referencia ( $MR_k \times NR_k$ ), y el número total de subdivisiones ( $ND_k$ ) en  $y$ .

Es necesario digitalizar la batimetría de las mallas y contornos de la zona de estudio. Es importante destacar que, dado que el programa Surfer interpola la batimetría a partir de la nube de puntos dada, es recomendable que la distribución de puntos sea uniforme en todo el área de la batimetría.

## 6. *Ejecución del programa Mopla*

En el momento en que se tiene la batimetría digitalizada y definidas las mallas y casos de ejecución, se procede a ejecutar el programa Mopla y a generar los gráficos que se deseen.

Se recomienda después de cada ejecución, revisar el fichero AABBRUN. DAT, en la barra de menú (**Resultados/Ficheros de texto...**), o cualquier otro editor de Windows, con el fin de verificar si hay mensajes de advertencia de la ejecución.

MOPLA - C:\AMAD\AMAD\Proyectos\puerto\_palmas\paloca1.xyz

Archivo Cálculo Resultados Ayuda

Mallas Casos Cálculo Ver Imprimir

Casos

Clave Descripción

03

Clave	Descripción
01	Monocromático
02	Oleaje Espectral
03	

Mallas Dinámica Morfodinámica

Ondas  Corrientes  Transporte

Posibles errores en el cálculo numérico

La propagación con periodo ( $T=18.00$  s), en la malla Q2 con ( $\Delta X=10.00$  y  $\Delta Y=10.00$ ) podría generar problemas numéricos debido a la no adecuada discretización del dominio, incumpliendo la hipótesis de pendiente suave (modelo parabólico).

i	j	DeltaX, DeltaY recomendado	Prof. malla con marea	Prof. malla sin marea	Prof. límite sin mar
42	328	11.09 m	1.40	1.40	1.14
43	326	15.97 m	2.92	2.92	1.14
43	392	10.13 m	1.17	1.17	1.14
45	391	11.20 m	1.43	1.43	1.14
46	391	10.88 m	1.35	1.35	1.14
47	323	14.12 m	2.28	2.28	1.14

Para evitar problemas, existen dos alternativas:

1. Incrementar el espaciado de la malla. Valor mínimo recomendado para ( $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ): (40.28 m)
2. Suavizar la batimetría en la zona de dichos puntos con la profundidad límite máxima recomendada en la tabla.

Ignorar errores y seguir calculando

Imprimir

No calcular

Malla: Q2

Caso: 03

(14311.13, 4233.22)

Figura 6.5. Mensaje de advertencia para tamaños mínimos de malla ( $DX_{d}$ ,  $DY_{d}$ )



### Batimetría:

Como se dijo anteriormente, es necesario generar un fichero ASCII con las coordenadas, y batimétricas o cotas de la forma  $(x, y, z)$ , tal como se define en el Anejo IV. Se debe tener en cuenta: (1) Que las mallas estén dentro del dominio, con suficientes puntos fuera de las mismas para evitar problemas de interpolación en los contornos en el Mopla, (2) es recomendable que haya una resolución de puntos digitalizados en cada una de las zonas de las mallas, del orden al tamaño de sus elementos. (3) Dado que los contornos laterales se localizan suficientemente alejados de las zonas de interés o zonas donde es importante la propagación; en lo posible, se ha de intentar que la batimetría sea paralela al eje  $y$  en dichos contornos, con el fin de evitar propagaciones extrañas dentro del dominio de cálculo (ver figura 3.3).

Evitar cambios de profundidades demasiado bruscos y respetar los límites de pendientes admisibles que limitan al modelo numérico. Dado que la batimetría del modelo es discreta, si existe un efecto puntual de cambio de profundidad, (ver figura 6.6), y éste coincide con un punto de la malla, el modelo al propagar el oleaje supone que todo el fondo alrededor del punto está influenciado por esa cota. (Caso también aplicable a diques).

### Contornos:

Las zonas cercanas a acantilados o zonas de tierra, playas, etc., debe tener una buena resolución de puntos batimétricos con el fin de definir bien los contornos; evitar cambios bruscos en el contorno y situaciones de agua-tierra-agua, ver (figura 3.1).

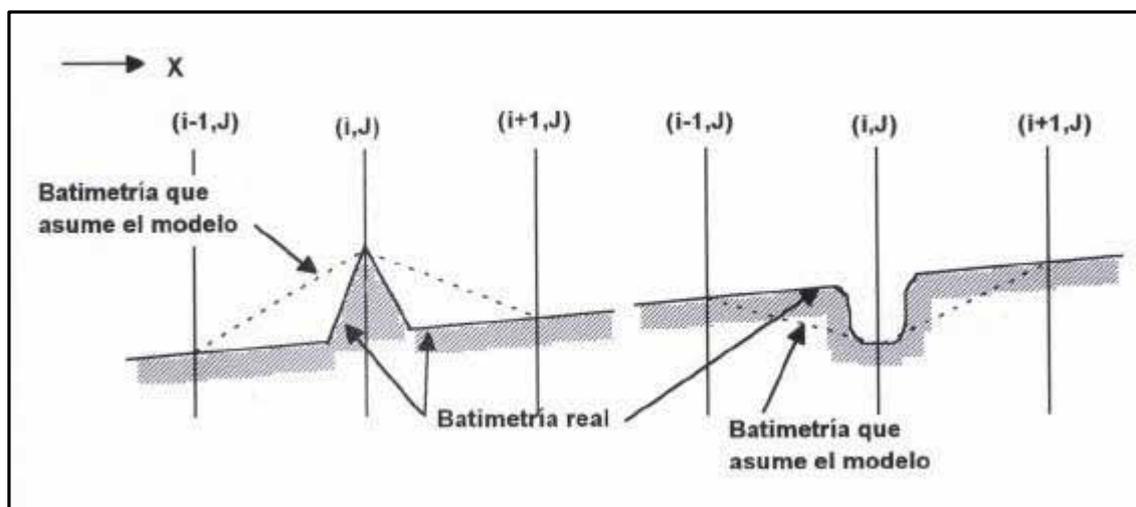


Figura 6.6. Perfil del fondo que afecta a la batimetría

### 6.3 Aplicación de la metodología, al caso de la playa de Plencia - Gorliz

#### 1. Información del proyecto

- **Objetivo del estudio**

Analizar la situación morfodinámica de la playa de Plencia y estudiar posibles alternativas de mejora de la misma. Uno de los elementos que se necesita conocer para cumplir el objetivo, es el oleaje en la playa, a partir del cual se obtiene el sistema de corrientes asociado a la rotura.

- **Morfología del área de estudio**

En el presente apartado se pretende, simplemente, describir la morfología del tramo de costa en análisis, resaltando aquellos elementos más importantes desde el punto de vista de estabilidad de playa.



La playa de Plencia-Gorliz se localiza en el fondo de la Ensenada de Astondo (Vizcaya), la cual se ubica entre las puntas de Aizcorri al Este y Chicharropunti al Oeste, ver (figs. 6.7 y 6.8). La Playa está orientada hacia el Oeste y se encuentra apoyada lateralmente entre la Punta de Astondo y el espigón de encauzamiento de la Ría de Plencia, con un recorrido de unos 1200 metros. En ambos extremos de la Playa existen dos diques de abrigo, el Dique de Astondo, de unos 120 metros, en el extremo Este, y el Dique de San Valentín, de unos 220 metros, en el extremo Oeste. Este último fue construido sobre la Isla de San Valentín y las Peñas Arcotes que, anteriormente a la construcción del dique, servían de protección de la entrada de la Ría de Plencia.

La Playa está formada por arena de tamaño medio  $D_{50} = 0.2-0.4$  mm y presenta una forma en concha muy pronunciada, fruto de una serie de actuaciones durante los últimos cien años. Esta forma en concha y los contornos artificiales existentes en la Ensenada dan lugar a una diferencia de playa seca muy acusada a lo largo de la misma. Así, en Plencia y junto al espigón de encauzamiento, la playa seca es de unos 200 metros, mientras que en Gorliz, frente al Sanatorio, la playa seca no existe, estando la cota de pleamar por encima del nivel de arena existente. En estas condiciones de pleamar, el agua alcanza el muro del paseo marítimo que se extiende desde Plencia hasta Astondo.

De este modo, en pleamar, de los 1200 metros de recorrido de la Playa, sólo 550 metros dan servicio como playa de reposo, 300 metros en Plencia y 250 metros en Astondo.

Desde el punto de vista de propagación de oleaje en la Playa, los aspectos morfológicos más importantes son:

- Las obras de abrigo y de contención de arena construidas en la Ensenada, en particular el Dique de San Valentín, espigón de encauzamiento, muro del paseo marítimo y Puerto de Astondo.
- La existencia de la desembocadura de la Ría de Plencia en el extremo Oeste de la Playa.
- La forma y orientación de la Ensenada que condiciona el oleaje que alcanza la Playa.



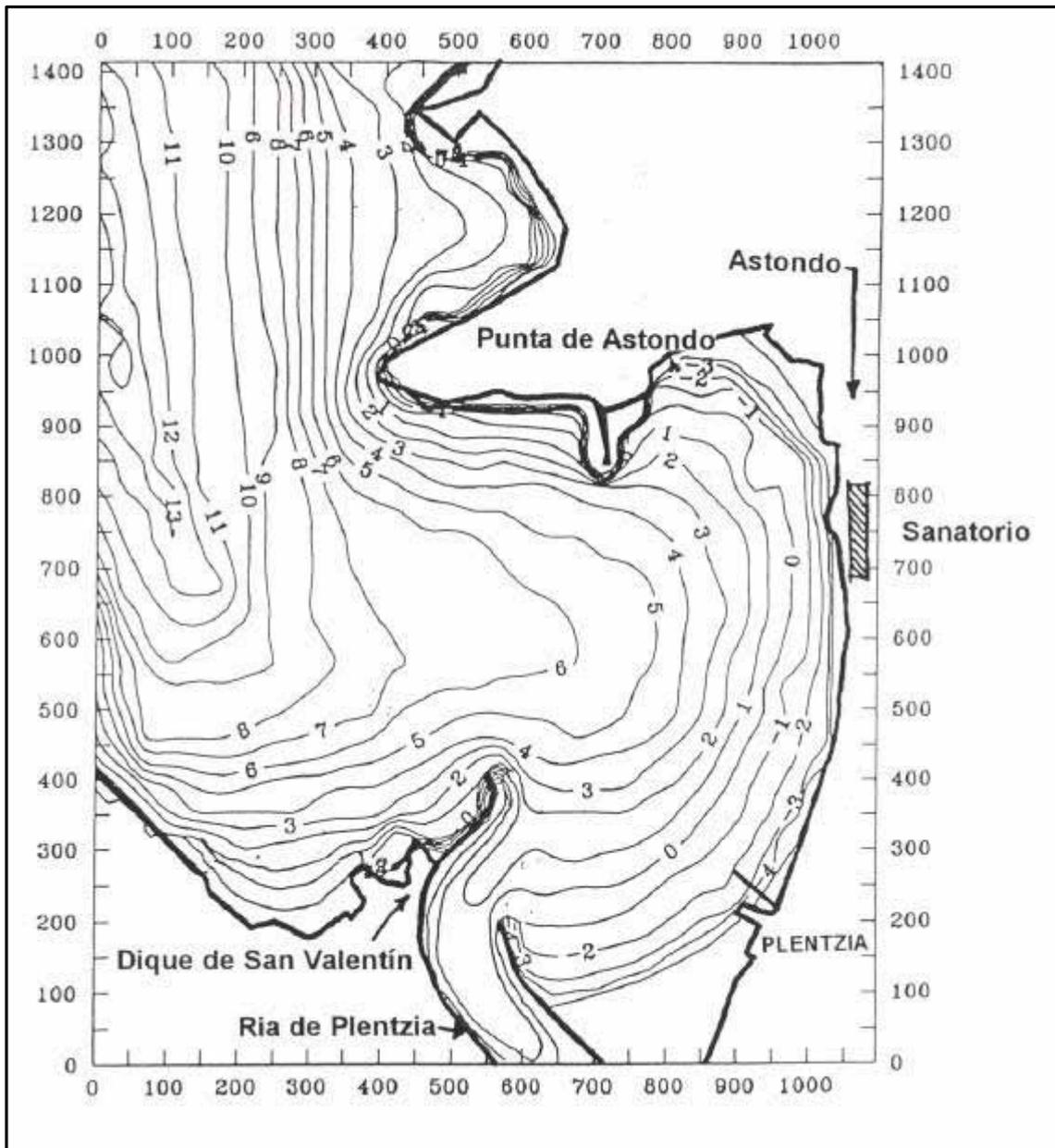


Figura 6.8. Batimetría de la Bahía de Plencia-Gorliz



- ***Batimetría de la zona de estudio***

La información de la batimetría de las figs. (6.7 y 6.8) se han obtenido de las siguientes fuentes:

- Carta Náutica nº 942 del Instituto Hidrográfico de la Marina.
- Estudio de Estabilidad de la Ría de Plencia y la Ensenada de Astondo. Excm. Diputación Foral de Vizcaya.
- Levantamiento Batimétrico de la Ensenada de Astondo. Realizado por el Departamento de Ingeniería Geográfica de la Universidad de Cantabria en Febrero de 1993.

## **2. Análisis preliminar de la batimetría**

A partir de la batimetría y con un conocimiento general sobre los procesos de transformación del oleaje y sus consecuencias, puede realizarse una primera estimación del comportamiento del oleaje que facilitará la selección adecuada de las mallas.

Para este caso concreto, es importante señalar que el caso que nos ocupa la costa presenta una orientación SW-NE entre Punta Galea y Cabo Villano, estando la Ensenada de Astondo abierta a la dirección W (figura 6.7). Esta configuración local de la costa unida a las dimensiones de la Punta de Astondo hace que la Playa esté protegida de los oleajes del sector N45W-N20W, más aún, el valle submarino que se extiende desde la Ensenada de Astondo hasta la batimetría 50, (véase figura 6.7), da como resultado que los oleajes del sector N60W-N45W sufran una refracción tal que se concentra a ambos lados de la Ensenada en las puntas de Aizcorri y Chicharropuntí, disminuyendo el oleaje en la Ensenada.

De todo lo anterior se concluye que los oleajes que más energía logran introducir en la Playa son los procedentes del sector N75W-N60W. De acuerdo con estas consideraciones, se establece la dirección N70W como dirección de incidencia del oleaje en los diferentes casos de propagación que posteriormente se describen.



En cuanto a las alturas de ola y períodos se considerarán 3 condiciones medias representativas de verano, invierno y media anual:

Verano:  $T = 8 \text{ s.}, H = 1.0 \text{ m.}$

Media:  $T = 10 \text{ s.}, H = 2.0 \text{ m.}$

Invierno:  $T = 18 \text{ s.}, H = 5.0 \text{ m.}$

Los límites en profundidades indefinidas  $\left(\frac{d}{L_0} = 0.5\right)$  para los períodos de  $T = 8, 10$  y  $18 \text{ s.}$  Son aproximadamente  $d = 50, 80$  y  $250 \text{ m.}$  Como se ve en la figura 6.5, las batimétricas mayores a  $90 \text{ m}$  son relativamente paralelas entre sí y perpendiculares al Norte (N) y las batimétricas entre  $90$  y  $50 \text{ m}$  se pueden asumir paralelas y perpendiculares a la dirección NW.

Aplicando Snell para un oleaje N70W con períodos  $10$  y  $18 \text{ seg.}$  en los dos tramos de batimetría, se obtiene para  $T = 10 \text{ s.}$  la dirección en  $d = 50 \text{ m}$  es N68°W con coeficiente de propagación (asomeramiento y refracción)  $K_s K_r = 1.02$ , para el período  $T = 18 \text{ s.}$  la dirección en  $d = 50 \text{ m}$  es N55W con coeficiente de propagación  $K_s K_r = 0.95$ . Para  $T = 8 \text{ seg.}$ , en  $d = 50 \text{ m}$  la dirección sigue siendo la misma N70W.

La propagación del oleaje se puede hacer en dos mallas encadenadas, una exterior hasta cercanías del acantilado en la batimetría  $15 \text{ m}$  y otra de detalle de la zona de la playa y el acantilado.



### 3. Orientación de las mallas

- *Análisis del oleaje que alcanza la playa*

Los diques de San Valentín y Astondo son los elementos que mayor influencia tienen sobre el oleaje que alcanza la playa, dado su efecto de difracción, éstos se encuentran orientados al igual que la playa perpendiculares al Oeste. Con el fin de conseguir que el oleaje propagado esté dentro  $\pm 55^\circ$  en una mayor longitud de playa, es necesario orientar el eje  $x$  de la malla en la dirección Oeste.

- *Análisis del oleaje a ser propagado en la malla exterior ( $d = 50\text{ m}$ )*

Dado que el oleaje de interés en la malla exterior se encuentra entre las direcciones N55W y N70W; el orientar las mallas con el eje  $x$  en dirección Oeste, permite que los oleajes se encuentren dentro del rango permitido de  $\pm 55^\circ$ .

Dado que los dos criterios anteriores indican que las mallas deben estar orientadas al Oeste, la primera línea de la malla exterior va a presentar una variación importante de profundidades, pero, esto no es un problema, dado que la orientación de la playa y la configuración del canal submarino desde la batimétrica 50 hasta la playa, permiten que solamente la energía del oleaje de una reducida franja de nodos de la primera fila, de la malla exterior, alcance la playa.



#### 4. Dimensionamiento de mallas

##### A. Malla de detalle:

$DXRd$  = Debido al tamaño de la playa y escala de variación de la batimetría en valor del orden  $DXRd \sim 50$  m. es apropiado. Por otro lado, se va a aplicar los resultados de propagación como datos de entrada para el modelo de “Corrientes en playas” (**Copla**) y el modelo de “Transporte de sedimentos y evolución de una playa” (**Eros**). Dichos modelos numéricos imponen un tamaño  $DXRd = 35.35$  m., para un incremento de tiempo de cálculo  $\Delta T = 5$  segundos (ver manual de referencia del Copla-(MC/SP)) el cual se adopta por ser el limitante.

$DYRd$  = 35.5 m. Para profundidades de  $h = 10$  m y períodos de  $T = 18$  segundos, el tamaño mínimo de malla (ver figura 6.4) es:  $DXRd_{min.} = DYRd_{min.} = 29$  m, con lo cual estamos dentro del rango.

$Xd$  = De acuerdo con el análisis preeliminar de la batimetría, la malla de detalle se extiende desde la batimétrica 14 ó 15 m. hasta la playa. Se toma un  $Xd = 1201.9$  m , ( $MRd = 35$  filas) que es múltiplo de  $DXRd = 35.35$  m., que incluye la totalidad de la playa, tal como se muestra en la (figura 6.9).

$Yd$  = El contorno lateral Sur se toma sobre el acantilado con el fin de definirlo como reflejante. Para efectos prácticos de la propagación no se modela la ría, puesto que está fuera del rango o límite del ángulo  $\pm 55^\circ$ . El contorno Norte se define un poco más allá del límite, donde el oleaje que entra de la malla externa, alcanza la playa, con lo cual  $Yd = 1414$  m ( $NRd = 41$  columnas), ver (figura 6.9).

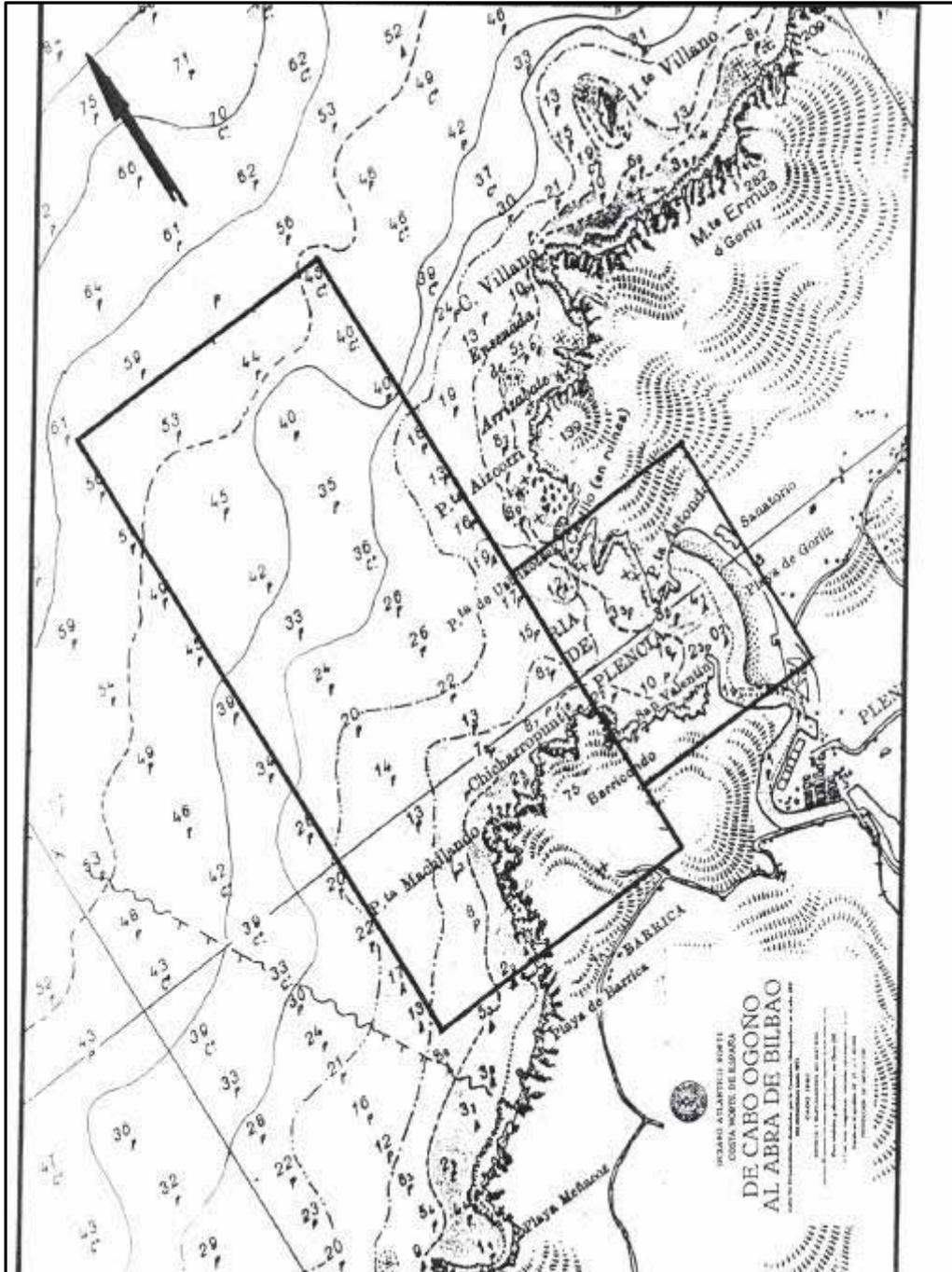


Figura 6.9. Mallas de propagación del oleaje



Número de subdivisiones ( $NDd$ ) en  $y =$

Si se toma como profundidad media en la playa  $h = 3$  m y  $T = 9$  s., una primera aproximación al espacio entre subdivisiones definido en (3) es  $DY = 4.9$  m., que unido a  $DYRd = 35.35$  m., en (4), definen el número de divisiones  $NDd = 7$ , quedando  $DY = 5.05$  m. El número total de subdivisiones en  $y$  es  $JYd = 280$ , el cual el programa ejecutará con la versión OluSPF80 (en el caso de oleaje espectral) y/o el Olurd500 (en el caso de oleaje monocromático).

### B. Dimensionamiento de la malla exterior

$DYR_I =$  Asumiendo  $\overline{DYR_I} \approx 150$  m, como un valor que representa la resolución de la batimetría exterior, se obtiene de (8),  $n = 4$ , quedando definido  $DYR_I = 141.4$  m.

$DXR_I = DYR_I = 141.4$  m.

$X_I =$  Teniendo en cuenta el análisis preliminar de la batimetría, se tomó el valor  $X_I = 1697.04$  m., ( $NR_I = 13$  filas), el cual incluye el canal submarino que viene desde la batimétrica 50 y es múltiplo de  $DXR_I = 141.42$  m., (ver la figura 6.9).

$Y_I =$  El contorno Sur se alejó lo suficiente para evitar su influencia en la zona de estudio, y el contorno Norte se extendió lo suficiente para garantizar captar la energía del oleaje que afecta la playa, quedando definido  $Y_I = 4666.86$  m. ( $MR_I = 34$  columnas), (ver figura 6.9).

Número de subdivisiones ( $ND_I$ ) en  $y =$

A partir de (10) se obtiene un  $ND_I = 28$  cuyo número total de subdivisiones en  $y$  es  $JY_I = 924$ , el cual también está dentro del rango de los módulos OluSPF80 y Olucard500.

Finalmente en las figs. 6.10 y 6.11 se presentan las batimetrías de la malla exterior y de detalle. En el capítulo 5 (sección 5.2) se presenta el Tutor caso 2, con el ejemplo de la playa de Plencia.

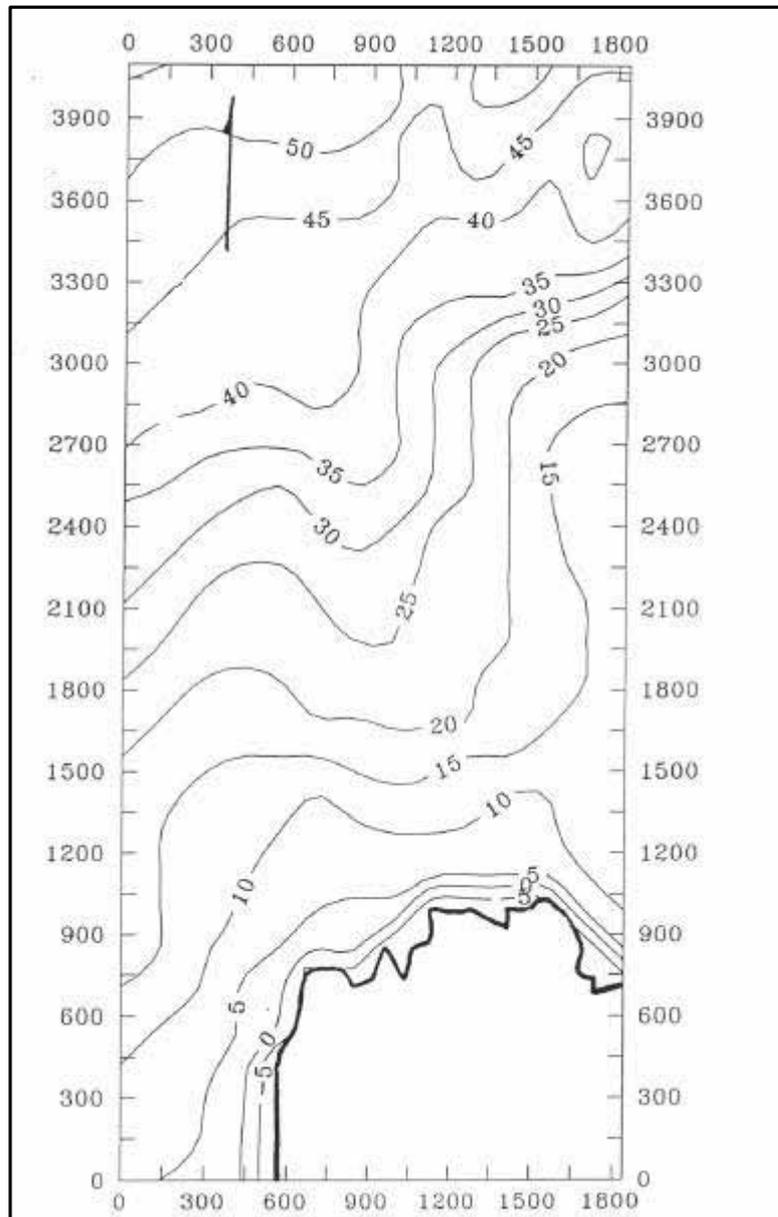


Figura 6.10. Batimetría de la malla exterior

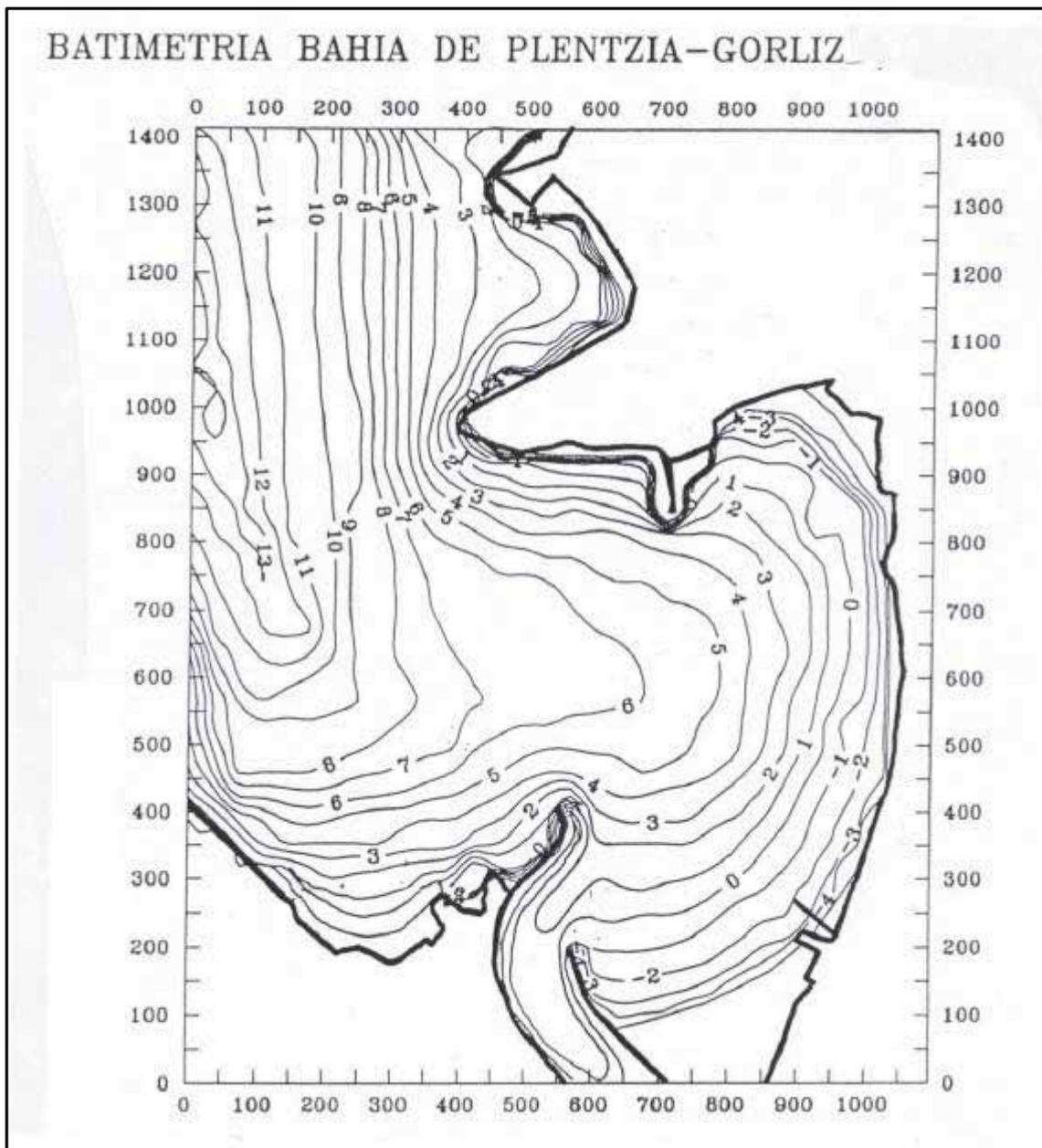


Figura 6.11



## **CAPÍTULO 7**



### **MENSAJES DE ERROR**



---

## **7. MENSAJES DE ERROR**

### **7.1 Introducción**

Si el usuario no cumple las especificaciones establecidas en el presente manual, el programa Mopla puede dar lugar a dos tipos de errores: (1) errores y advertencias del modelo numérico y (2) mensajes de error de la interface de manejo del modelo.

A continuación se da una lista rápida de problemas más frecuentes y sus posibles soluciones. Algunos problemas de esta lista se repetirán más adelante dentro de correspondiente categoría de errores.

### **7.2 Lista resumen de problemas frecuentes y sus posibles soluciones**

#### **1. Al abrir un archivo XYZ no ocurre nada**

El programa Mopla sólo lee archivos XYZ constituidos por tres columnas, separadas por espacios y con números en los que el carácter de separación decimal es el punto. Por otro lado, los archivos COS aceptables están constituidos por dos columnas de números (también con el punto como separador decimal) separados por espacios. La separación entre diferentes tramos de costa la marca una línea de texto.

Compruebe que los archivos XYZ y COS satisfacen las anteriores condiciones (ver formatos de estos archivos en el Anejo IV).

#### **2. Quisiera volver a ejecutar un caso que ya he ejecutado anteriormente, pero el Mopla no hace nada**

Mopla no vuelve a ejecutar los casos hasta que no se haga algún cambio en los parámetros de entrada. Para volver a recalcular con los mismos parámetros haga un cambio, grabe y luego recupere el valor anterior.



---

### 3. Aunque aparentemente los programas de cálculo se han ejecutado correctamente, el programa muestra un mensaje de *Gráfico no válido*

- Compruebe que tiene instalada la versión 7 del programa Surfer. Si el Mopla no abre el Surfer 7 automáticamente al realizar un gráfico o abre una versión anterior, ejecute el Surfer 7 manualmente.
- Compruebe que tiene suficiente memoria libre en su disco duro.

### 4. Los gráficos aparecen, pero las dimensiones del marco y del gráfico son diferentes.

Compruebe que el Surfer y el Mopla están ambos configurados en las mismas unidades (preferiblemente centímetros). Para comprobar esto en el Surfer 7 vaya a: “File | Preferences” y en el Mopla a: “Archivo | Configuración”.

### 5. Los gráficos aparecen, pero incompletos, faltan algunas líneas o colores de relleno.

Este es un error conocido de Surfer, en ocasiones exporta incorrectamente los dibujos. Para verlos bien pulse el botón de “Ir a Surfer” localizado en la esquina superior izquierda de la ventana de gráficos. Algunas veces sucede lo mismo cuando su PC se ha quedado sin memoria de recursos del sistema, para lo cual debe de reiniciar de nuevo su PC.

### 6. Algunos gráficos de corrientes y transporte de sedimentos, muestran un marco negro alrededor del dibujo.

Dentro del Surfer ir a la opción “File | Preferences” y en el diálogo que aparece haga las siguientes modificaciones:

En *Default Settings* busque en el árbol el elemento **Map Image** -> **mNoDataclr**, a continuación, en *Setting value* escribir **white** y en *Setting persistence* seleccione **All sessions**, finalmente pulsar el botón “Aceptar”.



---

## 7. Tarda mucho tiempo en imprimir gráficos desde la cola de impresión.

Hay gráficos que pueden requerir de mucha memoria a la hora de imprimir, como es el caso de al superficie libre 2D ó 3D, las fases, etc...; con lo cual es recomendable imprimir todos los demás gráficos y por último solo enviar los gráficos que ocupan más memoria.

## 8. Algunos programas de cálculo (generalmente los de propagación de espectros) no funcionan.

Esto puede ser debido a que tiene poca memoria virtual. Necesita 150 Mb de memoria virtual en su sistema. Si está en una red, comuníquese al administrador si no modifíquelo en **Mi PC** (picar con el botón derecho del ratón sobre el icono de mi PC), luego vaya a **Mi PC | Rendimiento | Memoria virtual**.

### 7.3 Errores del modelo numérico

El Mopla verifica los datos de entrada y comprueba algunos cálculos durante la ejecución. De estos cálculos pueden surgir advertencias o errores de ejecución, siendo algunos de los errores de cálculo mensajes de error típicos de FORTRAN77.

1. Las dimensiones de la malla general o de referencia, superan las dimensiones especificadas.  $MR > IXR$  y/o  $NR > IYR$  (ver límites en el apartado 3.4).

Mensaje: DEMASIADO GRANDES LAS DIMENSIONES DE LA MALLA DE REFERENCIA; FIN DE LA EJECUCIÓN.

2. El usuario especifica unas subdivisiones ND en la dirección -y, que hace que el número total de subdivisiones N excedan el máximo dimensionado IY. Ver límites en el apartado 3.4.

Mensaje: DEMASIADAS SUBDIVISIONES EN y, SUBDIVISIONES TOTALES EN y EXCEDEN EL LÍMITE; FIN DE EJECUCIÓN.



---

Acción: el programa suspende la ejecución

3. El número de subdivisiones en un bloque IR en la dirección  $x$ , excede el máximo permisible (IX-1). Como resultado, las dimensiones del Subgrid se sobrepasan.

Mensaje: DEMASIADAS SUBDIVISIONES EN  $x$ , EN EL BLOQUE "IR"  
FIN DE LA EJECUCIÓN.

Acción: el programa suspende la ejecución.

4. La profundidad de un punto en la malla de referencia, excede la profundidad media de los puntos vecinos en el valor de tolerancia DT, especificado en el archivo AABBIN.DAT. Este es un mensaje de advertencia. Los valores se dan en metros.

Mensaje: LA BATIMÉTRICA "DR" (m) EN EL NODO "IR, JR" DE LA  
MALLA DE REFERENCIA, EXCEDE LA PROFUNDIDAD  
MEDIA DE SUS VECINOS EN MÁS QUE "DT" (m).  
CONTINÚA LA EJECUCIÓN.

Acción: ninguna en el programa. La batimetría debe ser corregida en  
AAREF.DAT si es una equivocación. El mensaje aparece en el  
archivo AABBRUN.DAT. (Ver la descripción de archivos de  
programas en el Anejo IV).

5. Un valor de velocidad de corriente en la malla de referencia, con flujo supercrítico (FROUDE > 1). Mensaje de advertencia para verificar si hay valores muy altos de velocidad y un indicador de posibles errores en la ejecución.

Mensaje: LA VELOCIDAD DE CORRIENTE EN EL PUNTO "IR, JR" DE  
LA MALLA DE REFERENCIA ES SUPERCRÍTICA. CON  
NÚMERO DE FROUDE = "número de Froude", LA  
EJECUCIÓN CONTINÚA.



Acción: ninguna para el programa. Se debe corregir el dato en AAREF.DAT, el mensaje aparece en el archivo AABBRUN.DAT.

6. Mientras el programa calcula las subdivisiones en un bloque en  $x$ , el modelo estima un número de subdivisiones mayor al permitido ( $IX-1 = 60$ ), el modelo da un mensaje de advertencia que el tamaño de  $DXR$  en el bloque es muy grande, con respecto a las olas que se están calculando.

Mensaje: EL MODELO INTENTA COLOCAR MÁS SUBDIVISIONES -X QUE LAS PERMITIDAS EN EL BLOQUE "IR".

Acción: el programa fija subdivisiones al límite definido. La precisión y resolución del modelo puede ser pobre. Se puede hacer una malla de referencia con  $DXR$  menor. El mensaje de advertencia sale en el archivo AABBRUN.DAT.

7. Cuando se ha seleccionado el modelo de Stokes,  $NTYPE = 2$  en el archivo AABBIN.DAT, el modelo puede encontrar valores altos del número de Ursell, indicando que la onda se propaga en aguas muy reducidas fuera del rango del modelo. El punto de control es en  $(A/h)/(kh)^2 = 0.5$

Mensaje: ADVERTENCIA: NÚMERO DE URSELL = "U<sub>r</sub>" EN EL PUNTO "I,J" DEBERÁ USAR EL MODELO DE STOKES-HEDGES PARA AGUAS REDUCIDAS.

Acción: el programa continúa la ejecución, sitúa el mensaje en el archivo AABBRUN.DAT. Se deberá ejecutar de nuevo el programa con el modelo no lineal compuesto.

8. Las iteraciones de Newton-Raphson para el cálculo de  $K$  en la ecuación de dispersión no converge en 20 iteraciones. Esto ocurre para ondas con velocidades fuertes y opuestas al oleaje.

Mensaje: NÚMERO DE ONDA NO CONVERGE EN FILA "I", COLUMNA "J"



---

$K$	=	valor del último número de onda iterado
$V$	=	velocidad en dirección $x$
$D$	=	profundidad
$F$	=	valor de la función objetivo (debe ser = 0 por convergencia)
$T$	=	período estimado de la última iteración de $K$

Acción: el programa continúa su ejecución, utiliza el valor de  $K$  de la última iteración, los resultados son cuestionables en cuanto a su precisión. La solución al problema es bajar la velocidad y ejecutar de nuevo. Este mensaje sale en el archivo AABBRUN.DAT.

9. Si por alguna razón falta alguno de los archivos de entrada AAREF.DAT, AABBIN.DAT y AABWIN.DAT (en caso de mallas encadenadas), el programa da un error de Fortran y suspende la ejecución.

Acción: si no responde el sistema, dar las teclas [Crt] + [Alt] + [Del], que sale a Windows, verificar la presencia de archivos y entrar en Mopla.

## 7.4 Errores de uso del sistema de menús

A continuación se da una relación de los posibles mensajes de error y advertencia que genera el sistema de menús del programa Mopla. Es importante tener en cuenta que algunos de estos mensajes se producen por circunstancias irregulares en el transcurso del programa. Muchos de ellos provienen del control que hace el sistema de menús de los archivos que genera el Mopla. Así, si el usuario borra o modifica archivos de un directorio de trabajo desde fuera del programa, pueden aparecer estos mensajes de error. Se recomienda al usuario, se abstenga de efectuar cambios a los archivos por medios externos al programa, a no ser que tenga un buen conocimiento de la estructura de estos archivos (que se explica en la sección correspondiente).

- ***Errores de configuración del programa***

- Después de una generación (por ejemplo, generar una malla), aparece un anuncio que dice: ***Errores al escribir en archivos o Invalid file name.***



---

**Causa:** el programa Mopla utiliza los directorios temporales definidos para un ordenador en el archivo AUTOEXEC.BAT, por ejemplo c:\temp, c:\tmp. El error ocurre cuando estos directorios faltan o están mal direccionados en el archivo del sistema DOS AUTOEXEC.BAT.

**Solución:** crear los directorios temporales con el nombre y la unidad que se indica en el archivo AUTOEXEC.BAT.

- Después de ejecutar un caso de propagación, sale un aviso: *el archivo \* es incorrecto en la fila 1*

**Causas:** dentro de las posibles causas para que salga este aviso están 2:

- (1) Problema numéricos en la ejecución del caso.
- (2) No está bien direccionada en la configuración del programa, la ruta de acceso a los programas ejecutables de DOS.

**Solución:**

- (1) Para el primer caso es necesario revisar los parámetros que se han definido en los casos de ejecución y también revisar el archivo AABBRUN.DAT de las propagaciones, archivo que contiene errores de ejecución.
- (2) Para el segundo caso es necesario definir en (**Archivo\configuración\ejecutables DOS**), la ruta de acceso donde se localizan los ejecutables en DOS.

- Cuando se intenta hacer un gráfico en la página de ver y sale un aviso: *Gráfico no válido.*

**Causas:**

- (1) El dibujo excede la capacidad gráfica del Surfer.
- (2) La memoria RAM disponible en el PC no es suficiente.

**Solución:**



- (1) El surfer tiene un límite de elementos a pintar, que cuando se sobrepasa para un dibujo dado, no es posible realizar el gráfico.
- (2) Cerrar el programa, salir y entrar de nuevo a Windows. Esto con el fin de recuperar memoria utilizada por diferentes procesos. En el caso en que no sea la causa, es necesario configurar la memoria RAM del sistema.

- ***Errores en los archivos de entrada:***

**- Cuando se carga por primera vez el archivo de batimetría \*.xyz, y sale un aviso: *Can not open file \*.wmf* o el programa no realiza ninguna operación (no sale el Surfer inmediatamente, un instante en pantalla)**

**Causa:**

- (1) Hay un error en el archivo de entrada con la batimetría (\*.xyz). Por ejemplo, la presencia de caracteres no numéricos (comas, letras, espacio de tabuladores, etc...). Ver los formatos de los archivos (\*.xyz) y (\*.cos) en el Anejo IV.
- (2) Hay un carácter que no debe de estar en el archivo (\*.cos).

**Solución:**

- (1) Quitar aquellos elementos no numéricos del archivo \*.xyz.
- (2) Revisar el archivo (\*.cos).

Si el archivo de costa esta incorrecto, y se remueve del directorio junto con otros archivos generados por el Mopla, dejando únicamente la batimetría (archivo \*.xyz), el Mopla debe generar la batimetría sin problemas.

Después de corregir los archivos de entrada, borrar todos los archivos que el Mopla ha generado en el directorio de trabajo, exceptuando (\*.xyz) y (\*.cos).



---

- **Mensajes generales**

- **Los datos de la malla han cambiado. ¿Desea grabarlos?**
- **Los datos del caso han cambiado. ¿Desea grabarlos?**
- **Los datos del encadenamiento han cambiado. ¿Desea grabarlos?**

**Causa:** cuando se intenta pasar a otra malla, a otro caso o a otro encadenamiento, y se ha realizado cambios en el anterior. Para no perderlos, el programa pregunta si desea grabarlos en disco. Pulse OK si así lo desea o Cancel si no quiere grabar los cambios.

- **Algunos datos no han sido grabados en disco. ¿Desea hacerlo ahora?**

**Causa:** este mensaje aparece cuando se procede a cerrar el programa y hay algunos cambios que no se han grabado. El programa da la opción de hacerlo ahora. Tenga en cuenta que si no lo hace, se perderán.

- **Antes de poder pasar a otras páginas, hay que cargar una batimetría.**

**Causa:** no se puede realizar operaciones con el programa hasta que no se cargue una batimetría para trabajar con ella.

**Solución:** abrir una batimetría nueva o alguna con la que ya haya estado trabajando y podrá acceder al resto de las páginas.

- **Antes, especificar la dirección del Norte**

**Causa:** no se puede cambiar de la página de *Batimetrías* hasta que esté definido el Norte.

**Solución:** seleccionar una dirección del Norte y Pulsar el botón “Fijar”.



---

**- La clave está repetida.**

**Causa:** Se ha introducido una clave para identificar una malla, un caso o un encadenamiento y ya existe un elemento anterior que tiene esa clave.

**Solución:** Introducir una nueva clave que no exista.

**IMPORTANTE:**

**- Al borrar una malla también borra TODOS los elementos asociados.  
¿Desea seguir?**

**Causa:** Cuando se borra una malla, también se borra todos los casos definidos sobre esa malla. Este texto es una advertencia antes de su borrado.

- El atributo "ATRIBUTO" es menor que (cantidad)
- El atributo "ATRIBUTO" es menor o igual que (cantidad)
- El atributo "ATRIBUTO" es mayor que (cantidad)
- El atributo "ATRIBUTO" es mayor o igual que (cantidad)
- El atributo "ATRIBUTO" no está en el rango (rango)

**Causa:** Estos mensajes se deben a errores en la validación de los datos que introduce el usuario con respecto a su rango de validez. Indican que el atributo señalado (p.e., 'Divisiones en X') no está dentro del rango adecuado para ese valor.

**Solución:** Introduzca un valor compatible con el rango de valores que puede tomar el atributo seleccionado.

- Error al leer el archivo (nombre de archivo)
- Error al escribir el archivo (nombre de archivo)

**Causa:** Indica que se ha producido un error por causas ajenas al programa a la hora de leer o escribir el archivo que se indica.



---

**Solución:** Intente determinar las causas que han causado el error, y trate de corregirlo. Por ejemplo, puede haberse borrado el archivo, o puede estar protegido contra escritura.

- *Mensajes para mallas*

- **No existe ningún archivo de la malla AA**

**Causa:** El programa está intentando leer la malla AA pero no existen ni el archivo AAREF.DAT ni el archivo AAREF2.DAT, que contienen los datos de la malla. Esto puede ser debidos a causas externas al programa.

- **No existe el archivo AAREF2.DAT. La malla no está plenamente localizada.**

**Causa:** Se ha encontrado el archivo AAREF.DAT de la malla, pero no el archivo AAREF2.DAT que contiene la información de posicionamiento de la malla respecto a la batimetría a la que pertenece. Por tanto no se puede situar la malla en su posición adecuada. Esto puede deberse a que se ha borrado el archivo AAREF2.DAT desde fuera del programa.

- **La malla esta fuera del marco de trabajo**

**Causa:** Al modificar los valores de los atributos de la malla, ésta ha salido parcial o totalmente del marco de trabajo que proporciona la batimetría. Esto impide que se pueda generar los archivos necesarios para los cálculos. Nótese que este mensaje puede aparecer varias veces, una por cada atributo cambiado por el usuario antes de pulsar Aceptar.

**Solución:** El programa no permite grabar la malla hasta que no está perfectamente localizada dentro del marco de trabajo. El usuario debe proporcionar los valores adecuados que permitan validar la malla. O cancelar los cambios para estar en un estado previo válido.



---

- *Mensajes para casos*

- **No existe el archivo de caso AABB**

**Causa:** El programa está buscando el caso AABB pero no encuentra el archivo AABBIN.DAT. Esto puede ser porque, por medios externos al programa, se ha borrado ese archivo.

- **El caso AABBIN.DAT no es coherente con su malla.**

**Causa:** Al leer el archivo AABBIN.DAT, perteneciente a la malla AA, alguno de los datos contenidos en él no son iguales a los de la malla AA. Así, por ejemplo, este error puede aparecer porque el número de divisiones de la malla sea distinto del que aparece en el archivo AABBIN.DAT. Esto sólo pasa si se edita o cambia el archivo fuera del programa.

- **Posible falta de coherencia de AABBIN.DAT**

**Causa:** Este es un caso parecido al anterior, y más difícil que tenga lugar ya que ocurre cuando no existe el archivo AAREF2.DAT de la malla AA. Aunque el archivo AABBIN.DAT se corresponda bien con la malla AAREF.DAT. Igualmente que en el mensaje anterior, esto sólo ocurre si se borra o cambia el archivo AAREF2.DAT por medios externos al programa.

- *Mensajes en la resolución de los casos*

- **El archivo AABBOU.DAT es incorrecto en la fila (x)**

**Causa:** Al intentar resolver el caso AABB, los programas de cálculo de propagación de oleaje han generado un archivo AABBOU.DAT que no es completo o es erróneo, debido a errores numéricos del programa de propagación. Al ocurrir esto, los resultados del modelo no son válidos y se indica la fila en  $x$  donde ocurre el error. Esto ocurre debido a que la batimetría de la malla es una interpolación por triangulación; en batimétricas con grandes variaciones puede darse el caso de zonas donde se incumplan las restricciones del modelo matemático y/o numérico.



---

**Solución:** Para intentar recabar información adicional de las causas del fallo, examine los archivos AABBRUN.DAT y AABBOU.DAT con el Visualizador de Archivos de Texto, con el fin de descubrir el lugar del error en la propagación; por ejemplo, un contorno con agua-tierra-agua, genera errores numéricos. Si se intuye que el error es debido a un contorno lateral o de fondo, el procedimiento es intentar cambiar la malla si es posible, y en el caso de que persista el error, modificar la batimetría inicial del archivo [].xyz.

**- Las dimensiones de la malla AA superan el tamaño admitido por los programas de cálculo**

**Causa:** El número de divisiones de la malla AA es mayor que los valores admitidos por los programas de cálculo, que tienen un valor prefijado. Hay varias versiones (dimensionamiento de matrices) de los programas de cálculo de propagación, pero ninguno permite tratar una malla tan grande.

**Solución:** Intente redimensionar la malla de forma que el número de divisiones sea menor, hasta conseguir que se pueda ejecutar el programa.

**- El número de subdivisiones del caso AABB supera el máximo admitido por los programas de cálculo.**

**Causa:** El número total de subdivisiones en Y (producto del número de divisiones en Y por las subdivisiones que tiene cada una de ellas) supera el máximo que soportan los programas de cálculo de propagación. Este error se puede dar de dos maneras distintas: en los casos simples y en los encadenamientos.

**Solución:** Si el error se genera al resolver un caso sencillo, entonces hay que cambiar el número de subdivisiones en Y y/o divisiones del **caso** por un valor menor, hasta conseguir que el producto total, que también aparece en esa página, sea menor que el tamaño máximo soportado.

En el caso de que el error se genere al resolver un encadenamiento, hay que tener en cuenta que el número de subdivisiones de los distintos casos que se resuelven en cadena se calculan a partir del valor tentativo para la última malla. Disminuya este valor hasta conseguir que se pueda resolver el problema.



- ***Errores del programa SURFER***

**MUY IMPORTANTE:**

**- No es la versión 7.0 o superior de Surfer for Windows.**

**Es IMPRESCINDIBLE tener dicha versión correctamente instalada para el buen funcionamiento del Programa Mopla.**

**Causa:** El programa no puede ejecutar la versión 7.0 de Surfer for Windows, que es imprescindible para un correcto funcionamiento del programa. Esto puede ser debido a que no está instalado, pero también puede aparecer si se tiene instalada la versión 5.0 ó 6.0 y ésta es la ejecutada. Cuando esto pasa, aparece un mensaje que dice:

"Incorrect Path to local Server. OK to Correct?"

Si el usuario pulsa OK, se pierde la instalación correcta de Surfer 7.0 ya que se alteran los archivos del sistema y se sustituye por la de la versión 5.0 ó 6.0, con lo cual el programa no puede funcionar.

A partir de este momento comienzan a salir una serie de errores sin sentido.

**Solución:** En caso de existir versiones anteriores a Surfer 7.0, eliminar dichas versiones y reinstalar Surfer 7.0.

**- Cuando se genera la batimetría y el dibujo en la pantalla gráfica sale con bandas azul oscuras en el contorno.**

**Causa:** Cuando se interpola mediante triangulación, es necesario que en el archivo de la batimetría (\*.xyz) se tenga los cuatro puntos de las esquinas del rectángulo de la zona de estudio. Dado que la triangulación no extrapola en aquellos puntos donde no se tienen puntos. Al final coloca en estas franjas azules profundidades del orden de  $10^{24}$  metros.



---

**Solución:** Seleccionar cuatro extremos de un rectángulo en la zona de la batimetría y adicionar estos puntos de contorno en el archivo \*.xyz, con sus respectivas batimétricas.

- **Cuando se acciona uno de los botones de gráficos de la página de *Ver* y sale en la pantalla el Grapher y no el Surfer.**

**Causa:** Los dos programas Surfer y Grapher se encuentran abiertos simultáneamente. Dado que el control de estos programas vía software es el mismo, es necesario que sólo esté abierto el Surfer.

**Solución:** Cerrar Grapher.

- ***Otros mensajes de error***

Es posible que, además de estos mensajes de error, aparezcan otros mensajes de error. Éstos, por lo general, corresponderán a las herramientas usadas (compiladores) o a entorno operativo, como pueden ser Fallos de Protección General de Windows (General Protection Fault o GPF). Obviamente estos mensajes se corresponden con un comportamiento no deseado del sistema.

**ANEJO I**

**PARÁMETROS MORFODINÁMICOS**  
**(PÁGINA DE CASOS)**

---



## **I. EDITORES DE LOS PARÁMETROS MORFODINÁMICOS (PÁGINA DE CASOS)**

A continuación se describe el contenido de los distintos editores de la página de *Casos*, los cuales se resumen como:

1. “Editor de Ondas”
2. “Editor de Espectros”
3. “Editor de Corrientes”
4. “Editor de Transporte”.

Los criterios para definir los parámetros de estos editores, se deben consultar en los correspondientes manuales de referencia: como son el Oluca-MC, Oluca-SP, Copla-(MC/SP) y Eros-(MC/SP).



## 1. “Editor de Ondas”

En este editor se definen las características de un oleaje monocromático, éste se divide en tres subpáginas: *Oleaje*, *Modelo* y *Malla de detalle* (ver la figura I.1):

- **Subpágina de *Oleaje*:**

Se definen los siguientes parámetros de una onda:

- Altura de ola (metros).
- Dirección (grados sexagesimales) o mediante el diálogo Gráfico de direcciones del Norte.
- Período (segundos).
- Rango de marea (metros).

- **Subpágina de *Modelo*:**

En esta página se pueden hacer cambios que afectan al modelo de propagación. Está dividida en tres secciones:

- **Tipo:** aquí se puede escoger uno de los tres modelos de ecuación de la dispersión disponibles en el modelo: el lineal, el compuesto y el de Stokes. (Generalmente, se ejecuta con el modelo compuesto que se encuentra por defecto).
- **Disipación:** en esta parte se selecciona el modelo de disipación de energía de la onda por fondo (por defecto se considera capa límite turbulenta).
- **Contornos laterales:** el programa permite la opción de seleccionar los contornos laterales como abiertos o reflejantes (ver condiciones de contorno en manual de referencia del Oluca-MC), el programa por defecto selecciona contornos abiertos.

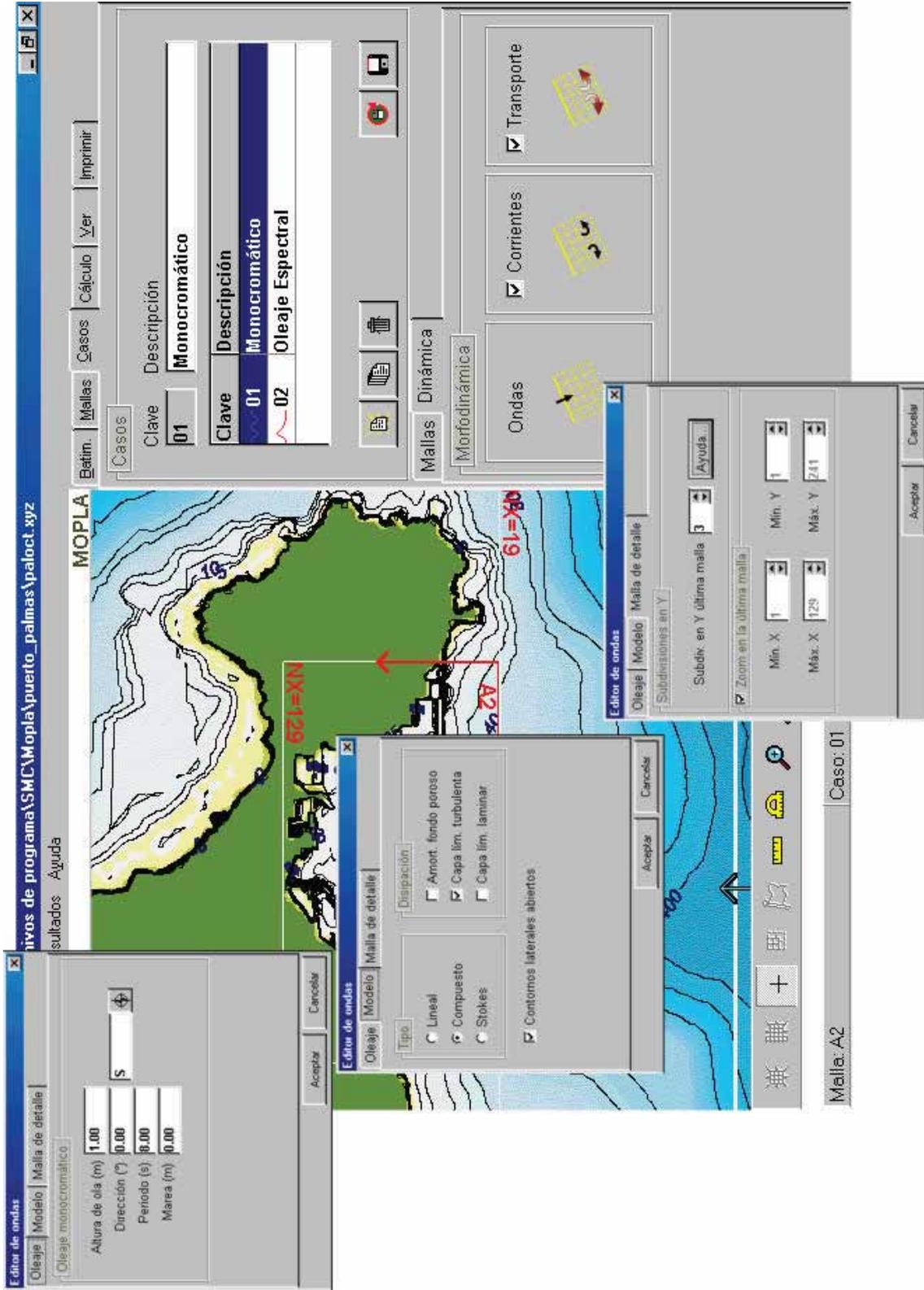


Figura I.1 “Editor de Ondas”



- **Subpágina de *Malla de detalle***

Aquí se definen para la malla de detalle (caso encadenado) o una malla simple, los siguientes parámetros:

- **Subdivisiones Y en la última malla:** existe el botón de “Ayuda”, el cual recomienda al usuario un valor.
- **Zoom en la última malla:** permite la opción de generar un archivo tipo zoom con resultados en la malla interna de cálculo (ver manual de referencia del Oluca-MC). Este archivo se utiliza para visualizar gráficos de frentes de onda o superficie libre. Debe de ser utilizado con cautela, dado que puede generar archivos de salida demasiado grandes en el disco duro.



## 2. “Editor de Espectros”

En este editor se definen los parámetros que requiere una propagación de un oleaje espectral. Se compone de cuatro subpáginas: *Parámetros*, *Modelo*, *Componente* y *Salidas*, (ver su descripción en las figuras I.2 y I.3).

- **Subpágina de *Parámetros*:**

Los parámetros que definen el espectro frecuencial son (ver detalles en la sección 2.7 del manual de referencia del Oluca-SP):

- **Tipo de espectro:** se genera en esta subpágina un espectro frecuencial del tipo TMA (Texel Marsen Arsloe), o se lee un archivo de un espectro medido en campo o laboratorio. El archivo que se lee es de dos columnas en formato ASCII (una columna con las frecuencias (1/s), y la segunda columna con la energía del espectro, en las unidades que se especifique en el siguiente campo).
- **Unidades del espectro:** M.K.S. ( $m^2 \cdot s$ ) ó C.G.S. ( $cm^2 \cdot s$ ).
- **Profundidades (metros):** la profundidad donde se localiza el espectro, en mallas encadenadas, es el contorno de la malla exterior.
- **Altura de ola significativa (metros):** la altura de ola significativa en el contorno externo de la malla simple o primera malla del encadenamiento.
- **Frecuencia pico (Hz):** frecuencia pico del espectro.
- **Frecuencia máxima (Hz):** este parámetro es únicamente una escala, para determinar si es un espectro de campo:

$$f_{max} \sim 0.45 \text{ Hz } (T_{min} = 2.2 \text{ seg.})$$

o el espectro es de laboratorio:

$$f_{max} \sim 5.0 \text{ Hz } (T_{min} = 0.2 \text{ seg.}).$$

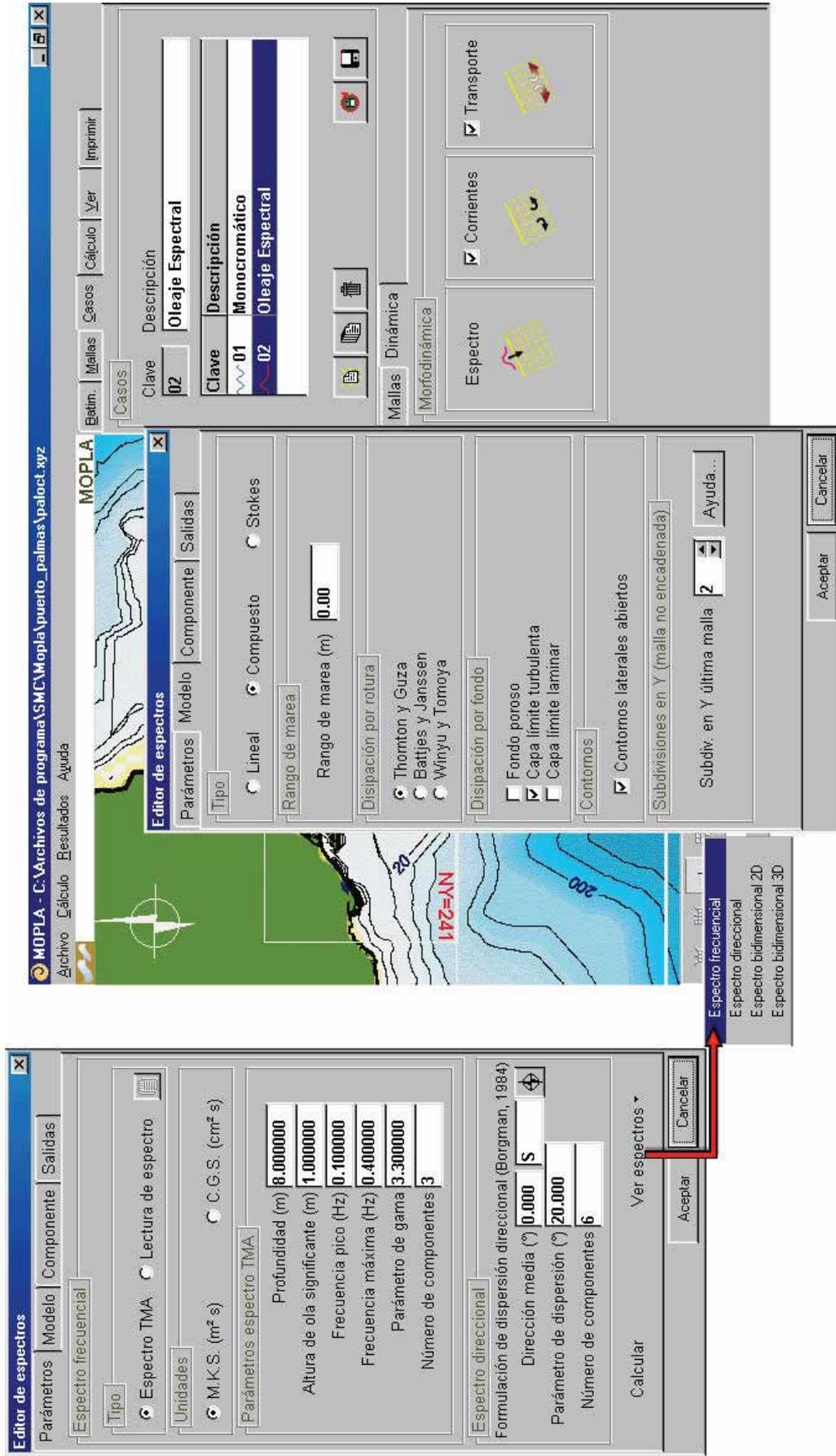


Figura I.2. “Editor de Espectros”

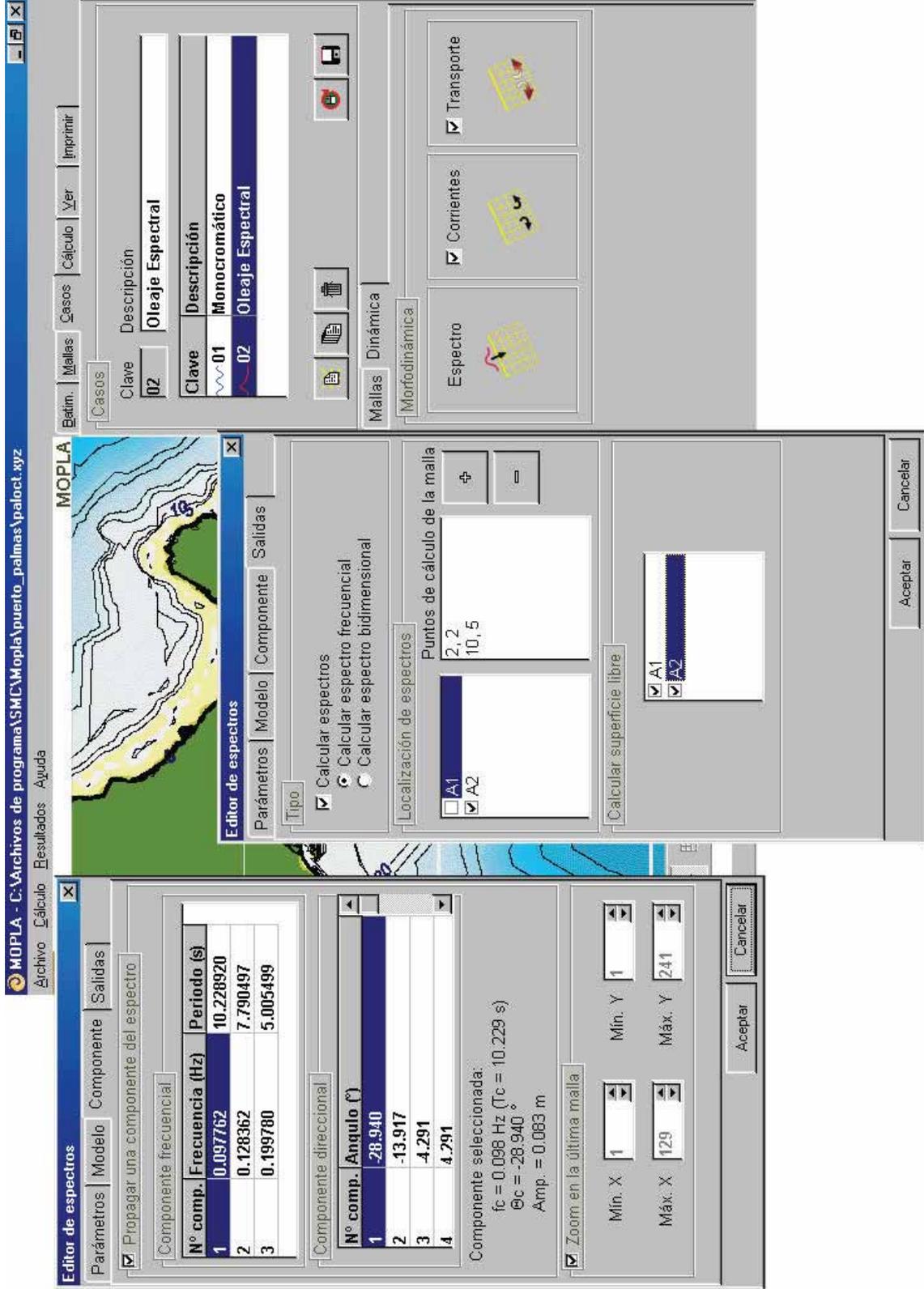


Figura I.3. “Editor de espectros”



- **Parámetro de forma o de ensanchamiento del pico,  $\gamma$ :** para oleajes del tipo *Swell* ( $\gamma \sim 10$ ), mientras que para oleajes del tipo *See* ( $\gamma \sim 2$ ).
- **Número de componentes,  $N_f$ :** componentes en los cuales se va a dividir el espectro frecuencial.

Internamente, el programa restringe la frecuencia máxima hasta,  $f_{max} = 5.0$  Hz ( $T_{min} = 0.2$  seg.) y la frecuencia mínima hasta  $f_{min.} = 0.04$  Hz ( $T_{max} = 25$  seg.).

La función direccional de oleaje, (función de Borgman, 1984), se define a partir de las siguientes parámetros:

- **Dirección media ( $^\circ$ ):** dirección media del espectro, con respecto al eje  $x$  de la malla.
- **Parámetro de dispersión direccional,  $\sigma$  ( $^\circ$ ):** este parámetro define la forma del espectro;  $\sigma \sim 10^\circ$  equivale a un espectro angosto, (con componentes entre  $\pm 30^\circ$ ), y un  $\sigma = 30^\circ$  es un espectro ancho, (con componentes dentro de  $\pm 80^\circ$  de dirección).
- **Número de componentes direccionales,  $N_\theta$ :** número de componentes en el cual se subdivide el espectro direccional.

Al final, el número total de componentes de energía que se propagan es ( $N_f \cdot N_\theta$ ), las cuales se obtienen integrando el espectro bidimensional en componentes iguales de energía (iguales amplitudes). Para esta integración, se definen la primera y última frecuencias, despreciando en los extremos del espectro frecuencial, el 0.25% de la energía (mínimas frecuencias) y el 1% de la energía en las máximas frecuencias. Por otro lado, en el espectro direccional se definen la primera y la última dirección en la integración, despreciando un 0.25% de la energía en los extremos.

Finalmente, se recuerda que en esta subpágina se debe pulsar el botón “Calcular”, el cual genera los espectros deseados, los cuales podemos visualizar o imprimir, pulsando el botón “Ver espectros”.



- **Subpágina de *Modelos*:**

En esta subpágina definimos los siguientes parámetros:

- **Tipo de modelo:** lineal, compuesto o de Stokes. Por defecto es el compuesto, dado que cubre un mayor dominio de cálculo.
- **Rango de marea (m).**
- **Modelo de disipación por rotura:** donde se puede seleccionar uno de los tres modelos propuestos.
- **Disipación por fondo:** se ha fijado por defecto la capa límite turbulenta.
- **Contornos:** esta opción permite ejecutar los contornos laterales de la malla como abierto o cerrados.
- **Subíndices Y en la última malla:** donde de nuevo existe un botón que propone un número de subdivisiones.

- **Subpágina de *Componente*:**

Esta subpágina permite seleccionar una de las componentes de energía que se propagan. Aunque estos componentes no son olas reales, sí permiten al usuario tener una idea de cómo se propagaría un frente individual del oleaje espectral. Esta subpágina se compone de las siguientes secciones:

- Un recuadro que permite seleccionar si se desea visualizar resultados de una componente.
- Selección de la frecuencia de la componente deseada, la cual se escoge de la lista “componente frecuencial”.
- En la siguiente lista se selecciona una dirección de la componente.
- Bajo esta lista podemos visualizar la información de la componente de energía seleccionada (frecuencia, dirección y amplitud).
- Finalmente, podemos seleccionar si deseamos generar un archivo de zoom para esta componente, y el rango de la malla (última malla si es un caso de encadenamiento).



- **Subpágina de *Salidas*:**

En esta subpágina el usuario define si desea espectros de salida, en distintos puntos de la malla. Las opciones son:

- Un recuadro que permite activar la opción de espectros de salida, aquí se define el tipo de espectros (frecuencial o bidimensional).
- En las dos ventanas inferiores, es posible activar resultados en puntos de una malla. En la ventana izquierda, marcar la caja y luego seleccionar la malla (en color azul), para esta malla podemos en la ventana de la derecha *Añadir puntos* con el botón “+”, (puntos en coordenadas filas *i* y columnas *j*, de la malla seleccionada). También con el botón “-“ podemos eliminar puntos de la lista.
- Finalmente, en la parte inferior de esta subpágina, podemos seleccionar para qué mallas deseamos obtener la superficie libre. De nuevo se recomienda tener cautela con esta opción, dado que generan archivos que ocupan muchísima memoria en disco.

### 3. “Editor de Corrientes”

Este editor permite definir los parámetros de los casos de corriente (ver la figura I.4). Solo se permiten casos de corriente en una malla simple o en la última malla de un encadenamiento. Los parámetros de esta subpágina son:

- **Intervalo de tiempo,  $\Delta t$  (segundos):** para este parámetro el programa propone un  $\Delta t$  (botón “Ayuda...”), de acuerdo con el criterio de Courant y la malla en cuestión.
- **Tiempo total de ejecución (segundos):** aquí es donde se define el tiempo de ejecución del programa Copla-(MC/SP). Este tiempo debe de ser lo suficientemente largo como para garantizar que la situación ha conseguido la estabilidad. Dado que este tiempo no se conoce a priori, es por ello que se definen los puntos de control en la malla.
- **Rugosidad de Chezy:** en el caso de oleaje monocromático, el usuario define una



rugosidad del fondo constante, representada por el coeficiente de Chezy. En playas este coeficiente es del orden de 10 (valor por defecto de rugosidad oleaje-corriente).

- **Rugosidad de Nikuradse,  $K_{swc}$ :** en el caso de oleaje espectral, se ha definido un coeficiente de Chezy variable (ver detalles en el manual de referencia del Copla-(MC/SP)). El cual en el caso oleaje-corriente, es un orden de magnitud mayor a la fricción de solo corriente. El programa propone el valor  $K_{swc} = 1.0$  m.
- **Viscosidad de remolino ( $m^2/s$ ):** pulsando el botón “Ayuda”, el programa propone un valor definido como la mitad del mínimo tamaño de malla ( $DXR$  ó  $DYR$ ).

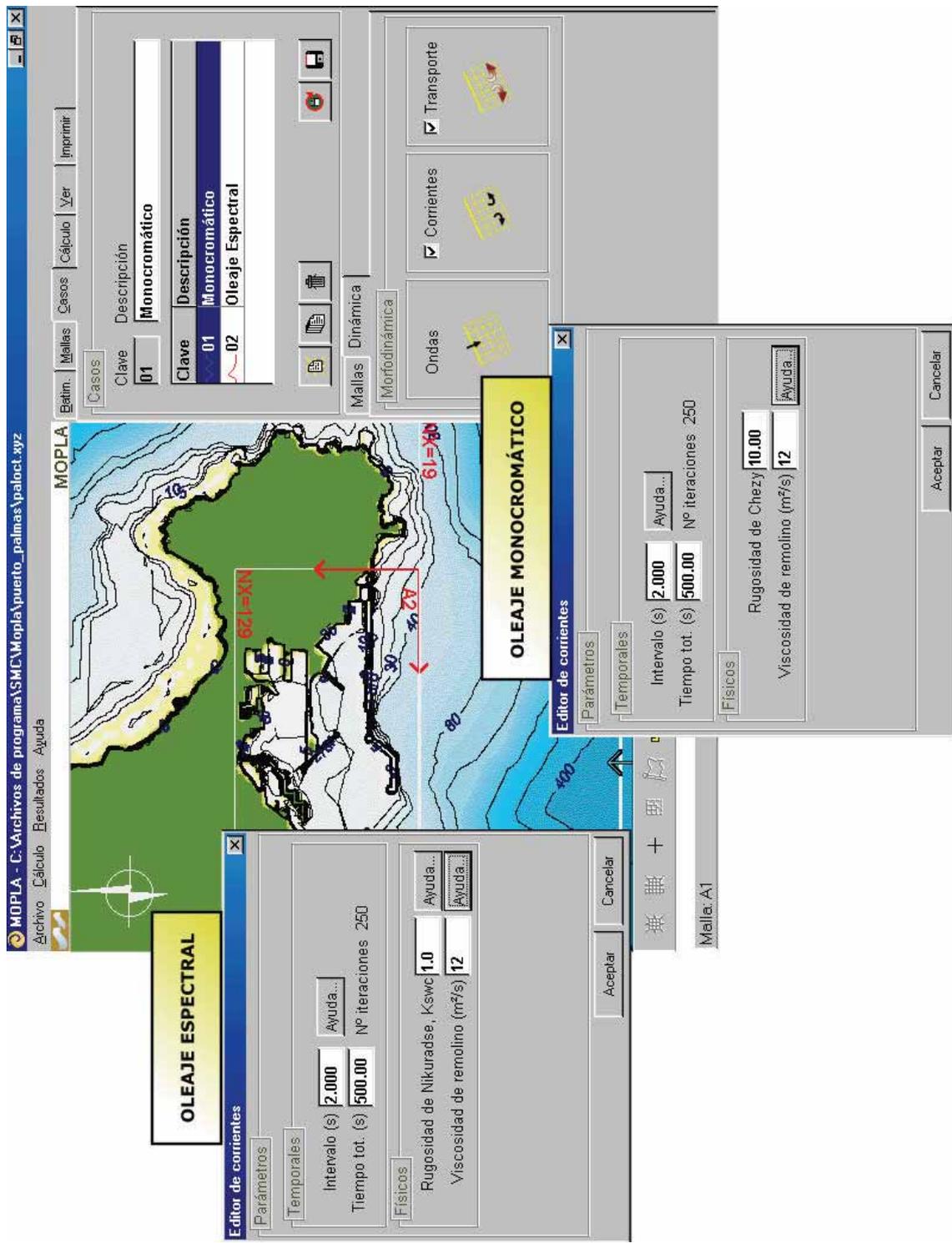


Figura I.4 “Editor de Corrientes”



#### 4. “Editor de Transporte”

En este editor el usuario suministra los parámetros que permiten el cálculo del transporte de sedimentos, y la evolución temporal de la playa en el tiempo. Solo se permite un caso de transporte, si existe un caso de corriente en una malla simple, o en la última malla de un encadenamiento. Los detalles a cerca de estos parámetros se deben consultar en el manual de referencia del Eros-(MC/SP).

Los parámetros en este editor (ver la figura I.5), son:

- **Características del sedimento:**
  - **Diámetro medio  $D_{50}$  (mm).**
  - **Diámetro que es superado por un 10% en peso,  $D_{90}$  (mm).**
  - **Ángulo de rozamiento interno ( $^{\circ}$ ).**
  - **Densidad del sedimento  $\rho_s$  (Ton/m<sup>3</sup>).**
  - **Porosidad del sedimento.**
  - **Desviación típica de la muestra  $\sigma_d$ .**
  
- **Características del agua:**
  - **Densidad del agua  $\rho_s$  (Ton/m<sup>3</sup>).**
  - **Viscosidad cinemática  $\nu$  (m<sup>2</sup>/s).**
  
- **Características de la simulación**
  - **Estudio de sedimentación-erosión inicial:** cálculo de transporte de sedimentos con el oleaje y las corrientes iniciales, sin evolución de la batimetría de la playa.
  - **Evolución morfodinámica:** evolución en el tiempo de la batimetría de la playa, junto con las dinámicas actuantes.
  - **Duración del evento (horas):** duración durante la cual se simula el evento extremal. Debemos recordar que este modelo proporciona resultados en escalas de corto plazo (horas).

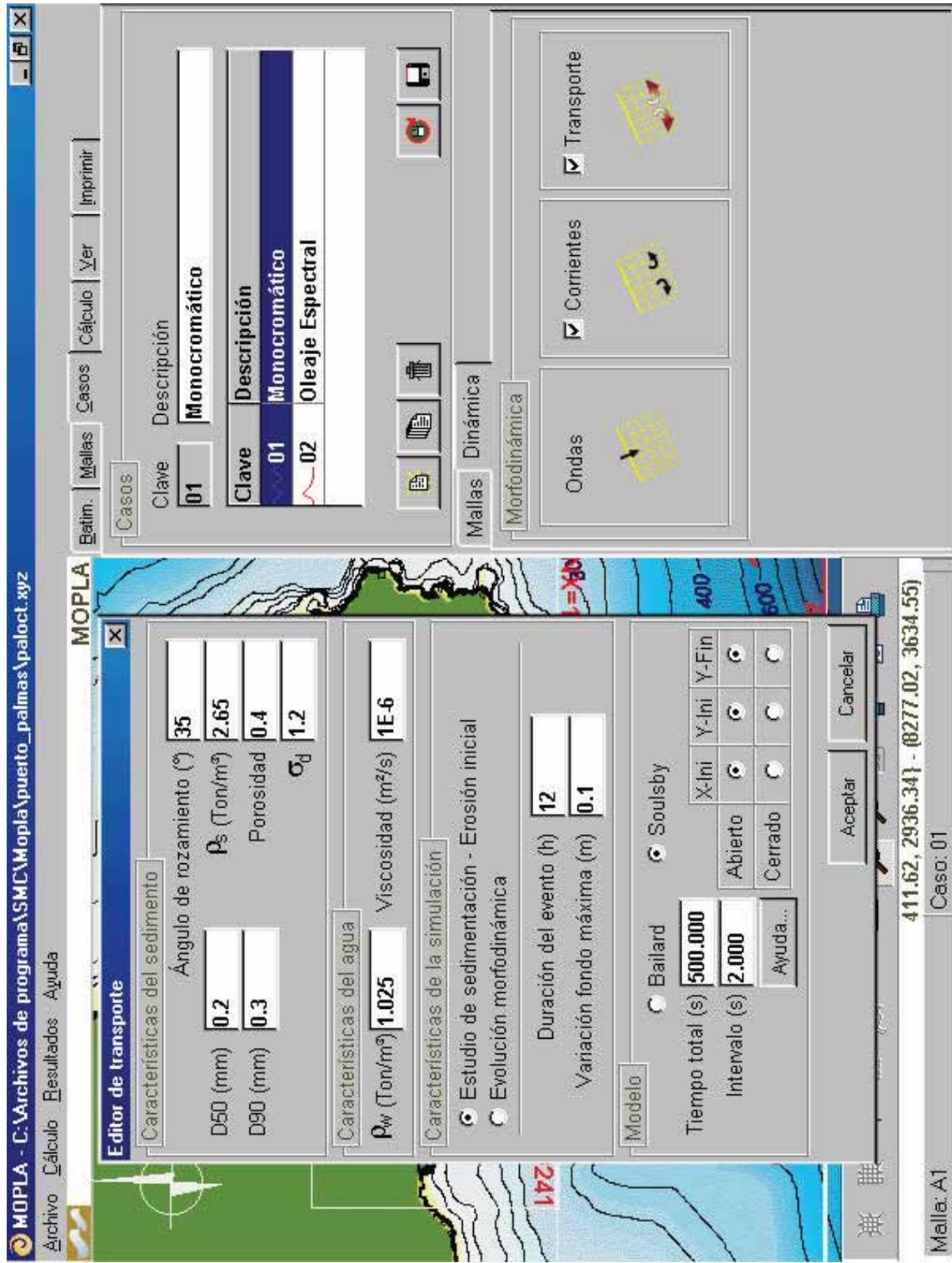


Figura I.5 “Editor de Transporte”



- **Variación del fondo máximo (m):** este parámetro permite definir el paso de tiempo morfológico. Por defecto se ha fijado un valor de 0.1 m.
  
- **Modelo**
  - **Tipo de modelo:** Bailard o Soulsby.
  - **Tiempo total (segundos):** tiempo de ejecución del modelo de corrientes. Cada vez que se regenera la batimetría, se ejecuta el modelo Copla. Por defecto toma el valor definido en el “Editor de corrientes”.
  - **Intervalo tiempo (segundos):** define el paso de tiempo para el modelo de corrientes. Valor por defecto, el definido por el usuario en el “Editor de Corrientes”.
  - **Contornos abiertos o cerrados:** esta opción permite dejar abiertos o cerrados los contornos de la malla, excepto el contorno final en  $x$ , que es donde se supone que está la playa.

## **ANEJO II**

---

### **USO DE BOTONES GRÁFICOS**



## II. USO DE BOTONES GRÁFICOS

A continuación se describe el uso de los botones de “Control” de la ventana *Gráfica* y la página de *Mallas*.

### 1. Botones de “Control” de la ventana *Gráfica*

Tal como se dijo en la sección 4.4, existen trece botones que permiten activar y desactivar acciones sobre la batimetría de la ventana *Gráfica* (ver figura II.1). La forma de usar estos botones se describe a continuación:

- A. Crear malla gráficamente.**
- B. Crear malla encadenada gráficamente.**
- C. Selección.**
- D. Movimiento/Tamaño.**
- E. Añadir/quitar puntos de control.**
- F. Medida de distancias.**
- G. Medida de ángulos.**
- H. Acercar (zoom+).**
- I. Alejar (zoom-).**
- J. Ampliar ventana de *Batimetría*.**
- K. Mostrar escala de colores de la batimetría.**
- L. Copiar imagen de la batimetría.**
- M. Imprime imagen de la batimetría.**

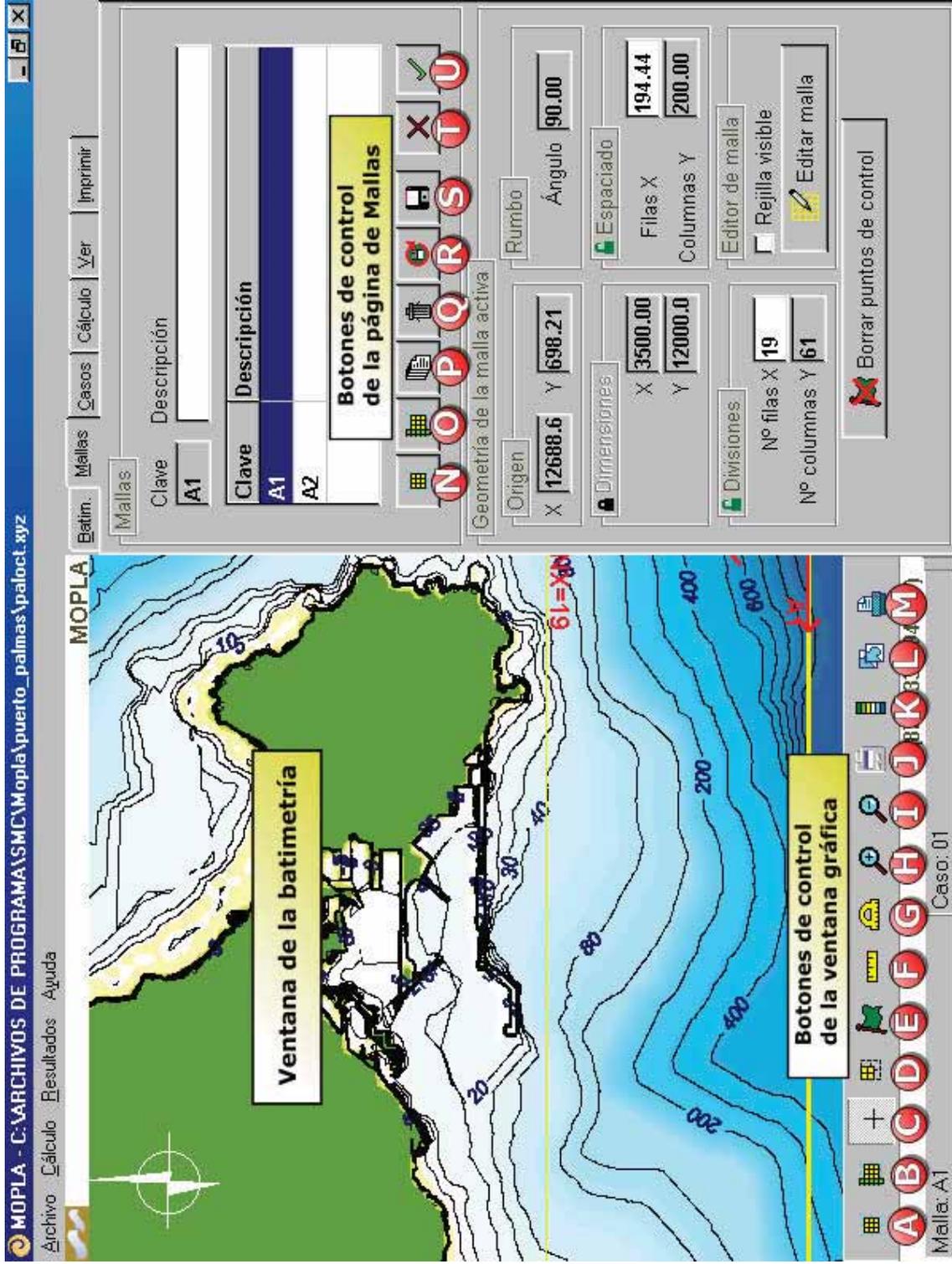


Figura II.1. Botones “Gráficos” de la batimetría



### A. Botón “Crear una malla gráficamente”:

Para que este botón sea operativo es necesario que exista una batimetría en la ventana y que se encuentre seleccionada la página de mallas. Si se pulsa el botón, éste permanece hundido, lo que significa que el programa permanece en espera para la inserción de una malla.

Una vez hecho esto, ha de situarse el puntero del ratón en la zona de la batimetría en la que se desee poner el origen de la malla; en ese momento se debe pulsar el botón izquierdo y sin soltarlo desplazar el puntero (se ve una línea que une el origen señalado previamente con la posición del puntero); esta línea es la que constituye la primera fila de la malla. Cuando se tenga esa primera fila en la posición deseada se deja de pulsar el botón del ratón. Una vez hecho esto, la línea quedará fija y se puede (ahora sin pulsar ningún botón) “estirar” el rectángulo hasta la posición deseada. En ese momento una segunda pulsación del botón izquierdo del ratón fija el rectángulo que define los bordes de la malla y automáticamente aparece el diálogo de **introducir clave** [AA] (nombre de dos caracteres para identificar la malla).

### B. Botón “Crear una malla encadenada gráficamente”:

El siguiente botón sirve para crear mallas encadenadas y sólo permanece activo cuando se encuentra seleccionada la página de mallas. Éstas se crean a partir de una malla seleccionada (que se encuentra en ese instante activa en color amarillo); generalmente la malla activa es seleccionada por defecto. Si no fuese así habrá que seleccionarla con la herramienta de “Selección”.

Una vez que se tiene una malla seleccionada el siguiente paso es llevar el puntero del ratón a algún nodo de la última fila de la malla; al hacerlo así, se verá como el nodo más cercano al puntero aparece resaltado, eso indica que la malla encadenada tomará ese nodo como punto de anidamiento; también puede saberse sobre qué nodo se está en un momento dado, debido a un mensaje que aparece bajo los botones.



Si en ese momento se pulsa el botón izquierdo del ratón, y sin soltarlo se mueve el puntero, aparecerá un rectángulo que puede dimensionarse a voluntad y que está anidado en el nodo inicialmente escogido y en otro que dependerá de la posición del puntero del ratón. Cuando se considere que la nueva malla encadenada tiene las dimensiones adecuadas deberá dejarse de pulsar el botón izquierdo del ratón, al hacerlo, aparecerá un diálogo de **Nueva malla encadenada**.

Al igual que ocurría con el botón anterior (A), al pulsarlo aparece en el diálogo una clave identificativa de la malla, pero en este caso necesita además cierta información adicional. Es preciso suministrarle dos valores, **nodo inicial** y **nodo final** que especifican en qué nodos de la malla activa se anidará la malla nueva. Estos nodos son los puntos de corte de las columnas de la malla activa con la última de las filas de éstas están numerados desde uno (la columna que pasa por el origen de la malla) hasta un valor igual al número de columnas. Además, también es necesario indicar cuántas divisiones en el eje  $y$  tendrá la malla recién creada por cada división en el eje  $y$  de la malla anterior. Este valor, que por defecto es de 1 puede ser modificado editándolo normalmente o pulsando los botones con flechas que hay a su derecha.

Las mallas así creadas serán cuadradas por defecto, esto significa que inicialmente tendrán las mismas dimensiones en el eje  $x$  y en el eje  $y$  y también tendrán el mismo número de filas y columnas.

### C. Botón de “Selección”:

Es la herramienta que aparece por defecto. Cuando está pulsado se pueden seleccionar mallas que estén en la ventana gráfica; al hacerlo, éstas pasarán del color blanco al amarillo. Al seleccionar una malla ésta se convierte inmediatamente en la malla activa.

### D. Botón de “Movimiento/Tamaño”:



Esta herramienta sólo se puede utilizar cuando la página de mallas está activa. Cuando esta herramienta es seleccionada, se puede cambiar la posición y el tamaño de la malla seleccionada. Para cambiar la posición basta con situar el puntero sobre la malla seleccionada, pulsar el botón izquierdo del ratón y arrastrarla a la nueva posición.

Para cambiar el tamaño ha de situarse el puntero cerca de alguna de las esquinas de la malla seleccionada; al hacerlo, aparecerá la esquina resaltada. Si en esa situación se pulsa el botón izquierdo del ratón sin soltarlo, se puede cambiar el tamaño de la malla.

No obstante, esta opción no es aplicable a mallas encadenadas.

#### **E. Botón “Añadir/quitar puntos de control”:**

Esta herramienta solo es aplicable cuando se encuentra activada la página de mallas. Su utilidad es ubicar (o borrar) los puntos de la malla en los que se estudiará la convergencia de los cálculos de las corrientes. Para utilizar esta herramienta es necesario que exista una malla seleccionada y que el botón con las banderas esté pulsado. En esta situación el puntero del ratón sobre la ventana gráfica mostrará una bandera que indica que se puede empezar a situar puntos de control. Al acercar el puntero del ratón a alguno de los nodos interiores de la malla seleccionada, éste aparecerá resaltado; si ahora se pulsa el botón izquierdo del ratón aparecerá una marca que indica que se ha situado un punto de control. Estas marcas tienen un color y un número en su interior que permite diferenciarlas. Una nueva pulsación sobre un marcador lo borra.

Existen dos limitaciones respecto a la colocación de los puntos de control: la primera es que éstos no pueden situarse en los nodos del contorno, y la segunda es que sólo pueden situarse un máximo de diez puntos por malla.

#### **F. Botón “Distancias”:**

Con esta herramienta se puede hacer medidas de distancias entre puntos. Esta herramienta y la siguiente (medida de ángulos) a diferencia de las anteriores, también funciona cuando el panel principal muestra la página de encadenamientos.



Para realizar una medida debe moverse el puntero al primer punto y entonces pulsar el botón izquierdo del ratón; después, sin soltarlo, mover el puntero hasta el segundo punto. En el proceso puede verse una línea que une el punto inicial y la posición actual del puntero. También puede verse bajo los botones de herramientas gráficas un número que muestra la longitud de la línea. Finalmente, al soltar el botón del ratón desaparecerá la línea.

### **G. Botón “Ángulos”:**

La medida de ángulos comienza de forma similar a la medida de distancias, y la información que se presenta en la parte inferior de la ventana es exactamente la misma. La diferencia surge al soltar el botón del ratón. En este caso, aparece otra línea con el mismo origen que la anterior y un sector de circunferencia con centro en dicho origen. En ese momento, además de la información de la longitud de la línea, el número entre paréntesis informa del ángulo en grados de la segunda línea respecto a la primera (tomando grados positivos en sentido contrario a las agujas del reloj). Al pulsar el botón izquierdo del ratón por segunda vez la herramienta de ángulos desaparece y se puede empezar de nuevo si se desea.

### **H. Botón “Acercar”:**

Hace el zoom de una parte de la ventana gráfica. Una vez seleccionado el botón, se va a la ventana de la batimetría y teniendo presionado el botón izquierdo del ratón, se dibuja un rectángulo. Dicha zona se ampliará.

### **I. Botón “Alejar”:**

Hace lo contrario al botón de “Acercar”, alejando la imagen hasta retornar a la condición inicial en la que la batimetría se ve completa.

### **J. Botón “Ampliar batimetría”:**



Cuando pulsamos este botón, el gráfico de la batimetría es maximizado en la pantalla, y las páginas de *Control* de la derecha pasan a ser pantallas flotantes que el usuario puede cambiar de sitio o minimizar. Esta opción facilita el trabajo sobre el plano de la batimetría. Para volver a la situación inicial, pulsar nuevamente este botón.

**K. Botón “Mostrar escala de colores de la batimetría”:**

Pulsando este botón se permite visualizar u ocultar la escala gráfica de la batimetría.

**L. Botón “Copiar la imagen de la batimetría”:**

Cuando pulsamos este botón, la imagen actual de la batimetría junto con las mallas activas se copian en el portapapeles de Windows. El usuario podrá copiar esta imagen en cualquier editor del sistema.

**M. Botón “Imprimir la imagen de la batimetría”**

Pulsando este botón, mandamos a la impresora la imagen de la batimetría, junto con las mallas que aparecen en la pantalla.

## **2. Botones de “Control” de la página de *Mallas***

Tal como se dijo en la sección 4.7 de la página de *Malla*, tenemos ocho botones de control:

**N. Botón “Crear Malla”.**

**O. Botón “Crear malla encadenada”.**

**P. Botón “Copiar malla”.**

**Q. Botón “Borrar malla”.**



**R. Botón “Recuperar datos de disco”.**

**S. Botón “Grabar en disco”.**

**T. Botón “Cancelar cambios”.**

**U. Botón “Confirmar cambios”.**

**N. Botón “Crear malla”:**

Este botón funciona exactamente igual al botón (A) de la sección anterior. Cuando se crea una malla, ésta no aparecerá inmediatamente en la lista; la lista de mallas solamente muestra las mallas que están grabadas en disco. La malla activa está en memoria RAM y los cambios realizados en ésta deberán ser grabados explícitamente. Cuando se crea una malla, ésta sólo existe en memoria y para que aparezca en la lista es necesario grabarla.

**O. Botón “Crear malla encadenada”:**

Este botón es el mismo botón (B) de la sección anterior.

**P. Botón “Copiar malla”:**

Al igual que en los dos botones anteriores, al pulsar este botón se crea una malla nueva, pero en este caso, la nueva malla tendrá por defecto los mismos valores que la malla activa, esto es útil si se desea crear una malla similar a otra, de esta forma, el número de datos a introducir será menor.



#### Q. Botón “Borrar malla”:

Borra la malla activa del disco (y por lo tanto dejará de aparecer en la lista de mallas). Borrar una malla del disco significa borrar los archivos AAREF.DAT y AAREF2.DAT asociados a la malla, además de todos los casos simples asociados a la malla y los casos encadenados a los que ésta pertenezca. **ADVERTENCIA: Tener cuidado con esta opción ya que es una operación irreversible.**

#### R. Botón “Recuperar datos de disco”:

Relee del disco los datos de la malla activa, esto permite deshacer los posibles cambios que se hayan hecho antes de la última vez que se grabó.

#### S. Botón “Grabar en disco”:

Graba los datos de la malla activa en el disco. Al grabar una malla, si se han hecho cambios en la geometría, el programa llamará a Surfer que es el encargado de calcular los valores de la batimetría en los puntos de la malla. Es conveniente esperar a que acabe de hacerlo; **no es recomendable cerrar Surfer antes de que haya acabado de hacer los cálculos.**

Los datos de una malla se graban en dos archivos, AAREF.DAT que tiene los datos de las profundidades en los nodos de la malla y AAREF2.DAT que guarda la información de la localización y la geometría de la malla.

#### T. Botón “Cancelar cambios”:

Recupera de la memoria RAM los valores que tenía la malla antes de la última validación.



#### **U. Botón “Confirmar cambios”:**

Valida los valores introducidos y comprueba si la malla está dentro de los límites de la batimetría; puesto que los valores en los nodos de las mallas se calculan por interpolación.

Si lo que se desea es grabar en disco los cambios realizados en la malla no es necesario hacer una confirmación de éstos, el grabarlos lleva implícita la validación.

Si los datos de la malla activa han cambiado y se intenta cambiar de malla, el programa avisará con un mensaje y permitirá grabarlos en disco, pues una vez que se cambia de malla activa los datos que no hayan sido guardados en el disco, se perderán.

**Nota:** Pulsando el botón derecho del ratón sobre la lista aparece un *menú de contexto* que permite realizar las mismas acciones que pueden ser realizadas con los botones.

## **ANEJO III**

---

### **DIÁLOGOS Y VENTANAS DEL MOPLA**



### III. DIÁLOGOS Y VENTANAS DEL Mopla

En esta sección se describen algunas ventanas y diálogos que aparecen en ciertos momentos del programa. Estas no se han incluido dentro del documento principal, con el fin de facilitar a los usuarios el acceso a estos elementos del Mopla. Los diálogos y ventanas que se describen en esta sección, son

1. Diálogo de *Abrir batimetría*. (Página “Batim.”)
2. Diálogo de *Configuración*. (Menú de *Archivo*).
3. Diálogo de *Propiedades del gráfico de batimetría* (“Editor de Niveles”).
4. *Visor de texto*. (Menú de *Resultados*).
5. Diálogo de *Nueva malla*. (Página de *Mallas*).
6. Diálogo de *Opciones del gráfico*.
7. *Visor de gráficos*.
8. Diálogo de *Ejecución de los programas*.
9. Diálogo de *Añadir a la Cola de Cálculo|Impresión*.
10. Diálogo de *Nuevo directorio*. (“Editor de Archivo”|Copiar proyecto Mopla).



## 2. Diálogo de *Abrir batimetría*

Este diálogo aparece en el menú de *Archivo|Abrir batimetría...*, también aparece cuando pulsamos el botón “Abrir batimetría” en la página “*Batim.*”

El diálogo de *Abrir batimetría* es similar a los habituales diálogos de abrir archivo de Windows, pero en su parte inferior, hay que suministrarle cierta información adicional (ver figura III.1).

- **Nivel del mar:** en este campo se puede indicar qué batimetría del archivo Batimetría XYZ, será tomado como el cero.
- **Signo de las profundidades:** el modelo de propagación emplea profundidades como batimétricas. En este apartado hay dos opciones etiquetadas como **Batimétricas** y **Topográficas**. Si se elige la primera, el programa supone que en el archivo de batimetría las profundidades en agua son valores positivos (batimétricas); si se elige la segunda se tomarán las profundidades como cotas topográficas, donde normalmente las profundidades en agua son negativas; este tipo de archivos es internamente convertido en batimétricas. En la figura III.2 se presentan los respectivos sistemas de referencia de las batimétricas y cotas topográficas.
- **Precisión del gráfico de batimetría:** La batimetría que aparece en la pantalla se obtiene a partir de la interpolación que realiza el Surfer, para tal efecto, el programa define por defecto una malla para la interpolación. En algunos casos, la resolución de dicha malla no es la más apropiada para definir detalles en la batimetría de la zona de estudio (por ejemplo, diques, canales, elementos de contorno, etc.). En este apartado es posible definir una mayor resolución de la batimetría, seleccionando la casilla **Precisión del gráfico** y definiendo un incremento en metros en x e y, apropiado.
- **Tipo de interpolación:** esta opción permite seleccionar el método de interpolación para el cálculo de la batimetría en la pantalla. Se permite seleccionar uno de los tres métodos de interpolación propuestos (triangulación, kriging y distancia inversa a una potencia) donde los parámetros opcionales para cada método son los propuestos por





defecto en el programa Surfer. Se recomienda utilizar el método de interpolación por triangulación, aunque se debe de ser consciente de que este método genera problemas, cuando debe extrapolar a zonas donde no hay puntos batimétricos (como es el caso, cuando no se tienen puntos en las cuatro esquinas de la zona de estudio).

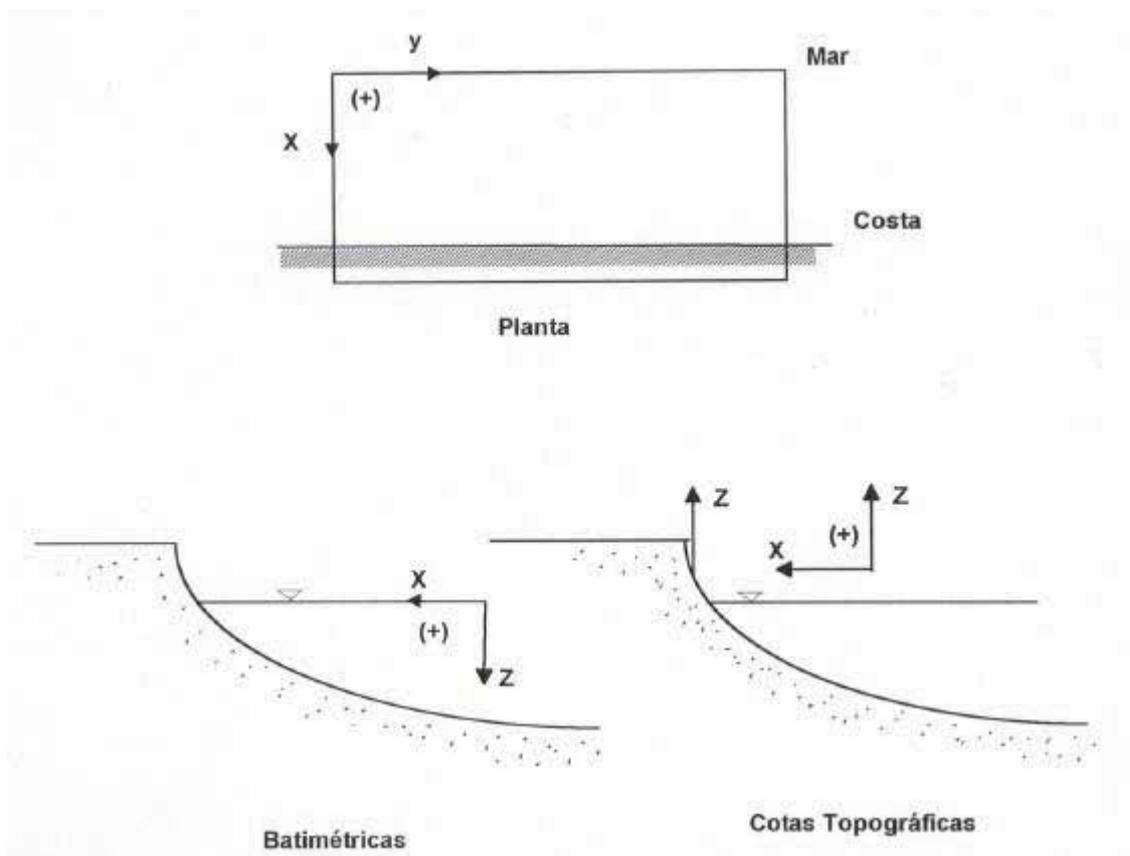


Figura III.2. Niveles de referencia de la batimetría



### 3. Diálogo de *Configuración*

Este diálogo aparece al seleccionar la opción de menú **Archivo|Configuración...**, aquí se pueden determinar los siguientes aspectos del programa:

- **Directorios de trabajo:** aquí se establece el directorio donde el programa busca los ejecutables de la aplicación (ver figura III.3). Para cambiarlo hay que pulsar los botones con tres puntos que aparecen a la derecha. Al hacerlo saldrá un diálogo con un árbol de directorios donde se puede seleccionar el deseado.
- **Unidades de medida en Surfer:** aquí debe especificarse qué unidades está usando el programa Surfer. Es necesario que ambos programas usen el mismo tipo de unidades de medida. Por defecto se define en centímetros.

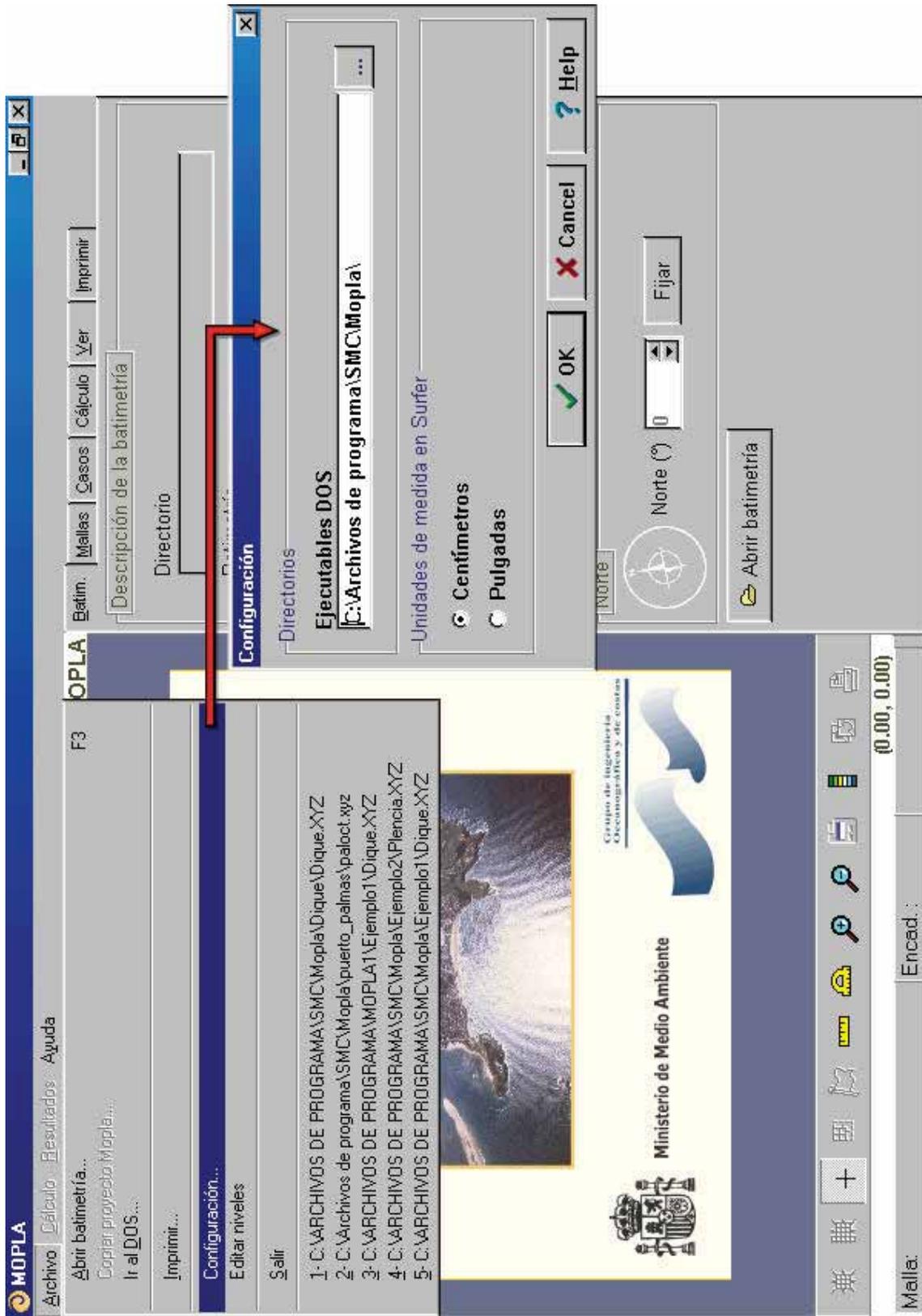


Figura III.3. Diálogo de Configuración. (Menú de Archivo)



#### 4. Diálogo de *Propiedades del gráfico de batimetrías*. (“Editor de Niveles”)

Este diálogo permite configurar el gráfico de batimetría que aparece en la ventana gráfica. Accedemos a este diálogo al seleccionar en el menú *Archivo* | *Editor de niveles*.

- **El botón “Editar cotas...”**, permite el acceso al “Editor de Niveles” (ver la figura III.4). Este botón permite al usuario modificar: los valores de las isolíneas, el color y anchura de las líneas, y si éstas, llevan letrero de la cota o no. Esto se consigue de manera particular, dando doble clic con el ratón sobre una cualquiera de las ventanas; o de forma general, pulsando sobre los títulos de las columnas: “Valor...”, “Línea...” y “Cota...”. Una vez que hemos configurado las isolíneas de niveles, es posible guardarla en disco, y luego cargarla en el mismo **caso** u otro caso de Mopla.
- **El segundo botón con una escala de colores**, permite configurar el espectro de colores del gráfico de la batimetría. Al igual que las isolíneas, se puede guardar o cargar una configuración.
- **La tercera ventana con un título de “Usuario”**, permite la opción de seleccionar una de las tres escalas de colores que se dan por defecto.
- **En la sección de características de la malla**, el usuario puede modificar la precisión del gráfico, definiendo un incremento en x e y, como también, el tipo de medida de interpolación. Estas son las mismas opciones que se explicaron en el diálogo de *Abrir batimetría*.

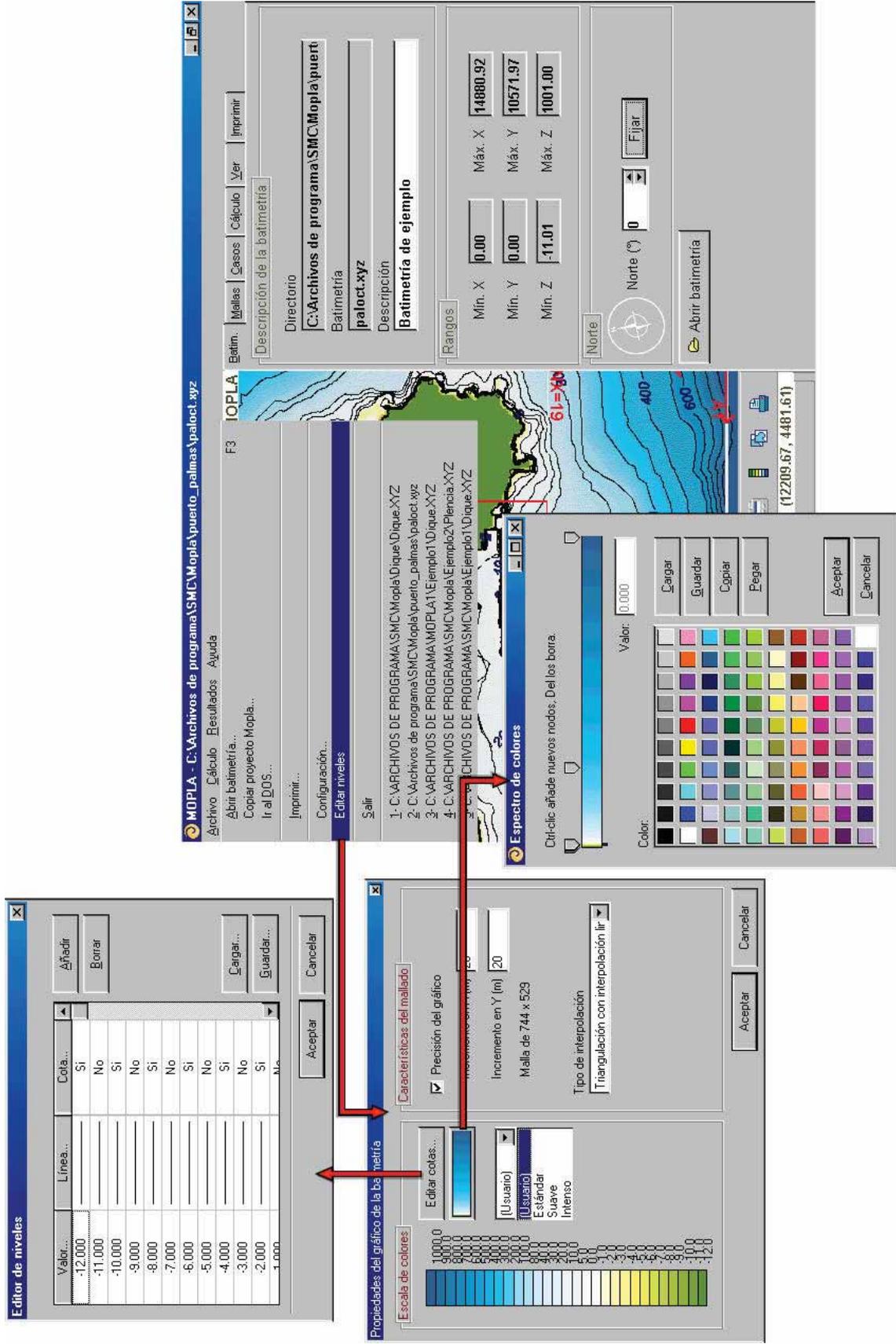


Figura III.4. Diálogo de Propiedades del gráfico de batimetría. (Menú de Archivo|Editor de Niveles)



## 5. Visor de texto

Este visor aparece cuando entramos en el menú **Resultados|Ficheros de texto...** (ver la figura III.5). Este visor permite visualizar algunos archivos de entrada y salida de los programas (ver detalles acerca de estos archivos en el Anejo IV). Uno de los más importantes es el archivo (AAAARun.dat), dado que contiene mensajes de advertencia de las ejecuciones con los programas de propagación. Los archivos que aparecen en este visor corresponden al del **caso** activo en ese instante.



Figura III.5. Diálogo de *Visor de texto*. (Menú *Resultados|Ficheros de texto...*)



## 6. Diálogo de *Nueva malla*

Este diálogo aparece cuando creamos una malla simple. Permite leer una clave de dos letras, la cual será la identificación de la malla (ver diálogo en la figura III.6).



Figura III.6. Diálogo de *Nueva malla*. (Página de *Mallas*)



## 7. Diálogos de *Opciones del gráfico*

Estos diálogos permiten configurar los gráficos de resultados en la página de Ver. Existen diferentes tipos de diálogos tal como se muestra en los ejemplos de la figura III.7. Dependiendo del tipo de gráfico, se incluyen unas u otras de las siguientes opciones:

- **Rango del gráfico:** en esta sección se permite definir los valores máximos y mínimos del gráfico en cuestión, como también, definir escalas de colores, líneas de contorno, frecuencia de etiquetas y frecuencia de curvas (isolíneas).
- **Vectores:** en esta sección se define el tamaño de los vectores y la frecuencia de éstos en x e y. La configuración de gráficos con vectores, se emplea en resultados de oleaje, corrientes y transporte.
- **Características del gráfico:** en esta otra sección se permite la opción de hacer gráficos a partir del archivo zoom. Sólo es posible seleccionarlo en aquellos **casos** donde se activó esta opción, y además, en mallas simples o la última malla de detalle de un encadenamiento. Se utiliza para representar los gráficos de frente de ondas, fases y superficies libres de propagaciones monocromáticas, y también para el caso espectral, si se tiene activada la visualización de la propagación de una componente de energía.
- **Referencia de los gráficos:** aquí se puede elegir la orientación de los gráficos. Si se elige *Malla*, los gráficos aparecerán con la malla orientada de forma que la fila uno (eje y), sea paralela al borde izquierdo de la página; en cambio, si se elige *Batimetría*, los gráficos conservan la orientación de la malla en la batimetría.
- **Botón “Anterior”:** este botón permite recuperar el último gráfico que se configuró y visualizó en la pantalla.

Cuando abrimos el diálogo de *Opciones del gráfico*, aparecen en las anteriores secciones unos valores por defecto, a menos que el usuario haya modificado el gráfico y guardado dicha configuración, en este caso aparecerán los nuevos valores (se puede guardar la configuración desde el *Visor de gráficos* como se verá a continuación).

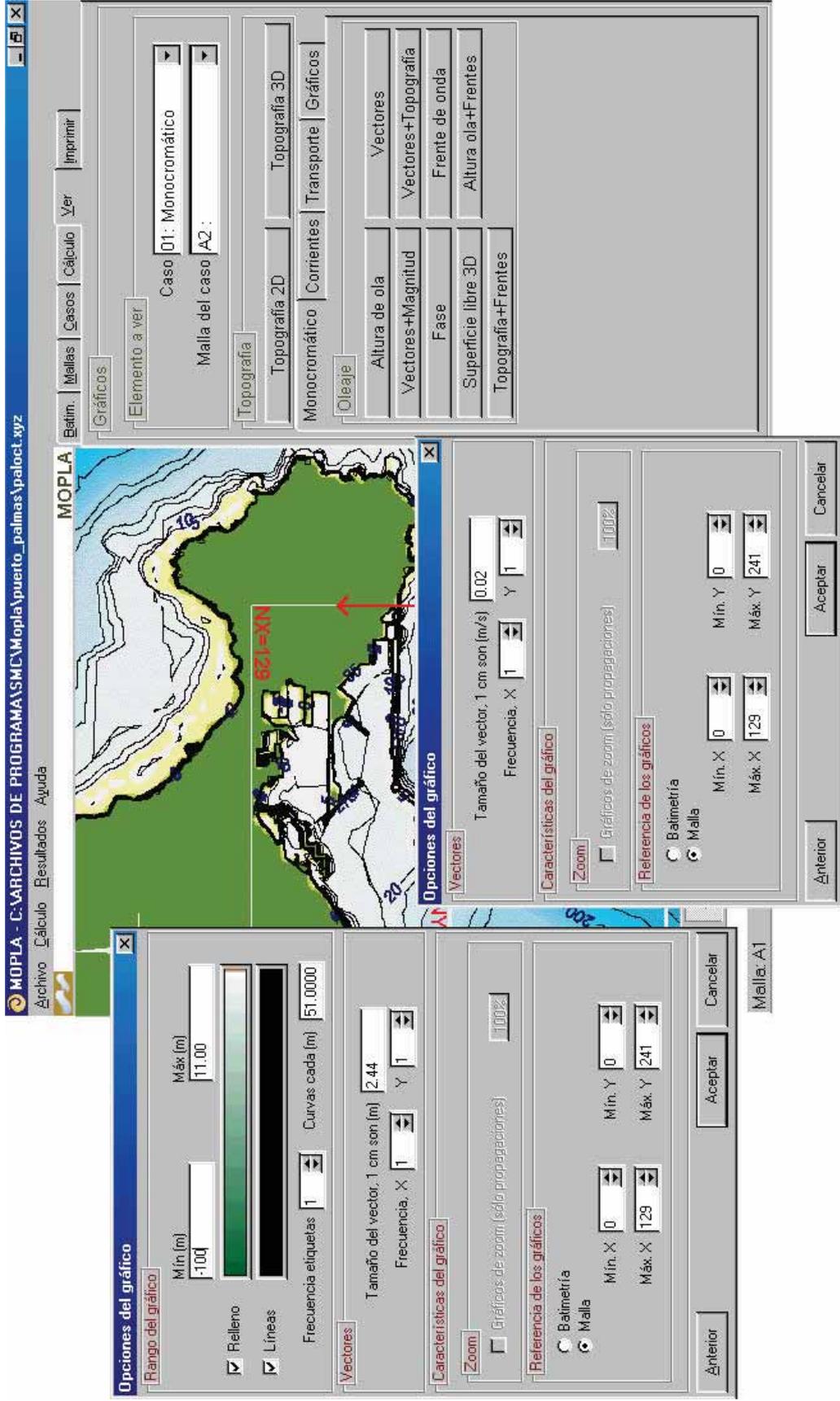


Figura III.7. Diálogo de *Opciones del gráfico*. (Página de *Ver*)



## ***7. Visor de gráficos***

Este visor permite visualizar los gráficos de resultados y, guardar la configuración de formatos del gráfico (ver la figura III.8). Se accede a esta opción desde el diálogo anterior *Opciones de gráfico* (página de *Ver*). Las opciones que permite este visor con el gráfico en pantalla son:

- **Enviar a Surfer.**
- **Grabarlo en un archivo en disco.**
- **Copiarlo al portapapeles de Windows.**
- **Sacarlo por impresora (en la impresora configurada en Surfer).**
- **Hacer acercamientos sobre el dibujo con el botón izquierdo del ratón, o alejamientos con el botón derecho.**
- **Botón “Guardar formato del gráfico”:** esta opción permite guardar la configuración de este gráfico. Los gráficos configurados por el usuario se muestran en la subpágina de *Gráficos*, dentro de la página de *Ver*.





## 8. Diálogo de Ejecución de los programas

Quando se ejecutan los programas del Mopla (Oluca-MC, Oluca-SP, Copla-MC, Copla-SP, Eros-MC y Eros-SP) aparece este diálogo o *executer*, que es donde el usuario puede ir siguiendo la ejecución de un **caso**. En la figura III.9 se muestra un ejemplo de este diálogo.

```

MS-DOS OLURD500
Auto
C:\Archivos de programa\Mopla>cd C:\ARCHIVO\1\SMC\MOPLA\PUERTO\1\RD
C:\Archivos de programa\SMC\Mopla\puerto_palmas\RD>echo A201 | C:\ARCHIVO\1\MOPLA\
\OLURD500.EXE
ESCRIBA LA CLAVE DEL FICHERO:
          LEERA DE      CLAVEIN.DAT
          LEERA DE      CLAVEREF.DAT
          ESCRIBIRA EN  CLAVEOUT.DAT
          ESCRIBIRA EN  CLAVERUN.DAT
NOMBRES DE LOS FICHEROS:
          LEERA DE      A201in.dat
          LEERA DE      A2ref.dat
          ESCRIBIRA EN  A201out.dat
          ESCRIBIRA EN  A201run.dat
          LEERA DE      A201win.dat
          ESCRIBIRA EN  A201zum.dat
EJECUTANDO FILA      8 DE 128
    
```

Figura III.9. Diálogo con la ventana de ejecución de los programas



## 9. Diálogo de *Añadir a la Cola de Cálculo/Impresión*

Cuando se desea añadir un **caso** en la Cola de Cálculo, aparece el diálogo *Añadir cálculo*, el cual nos permite añadirlo a la lista (ver figura III.10).

Por otro lado, en la página de *Imprimir* cuando pulsamos el botón “Añadir”, aparece el “Editor Añadir”, el cual nos permite:

- Seleccionar un **caso**.
- Para ese **caso**, seleccionar una malla.
- Para esta malla, seleccionar los gráficos de resultados que se desean imprimir.
- Finalmente, asociar a esta malla, un formato de configuración del gráfico, el cual se encuentra asociado a un **caso** cualquiera.

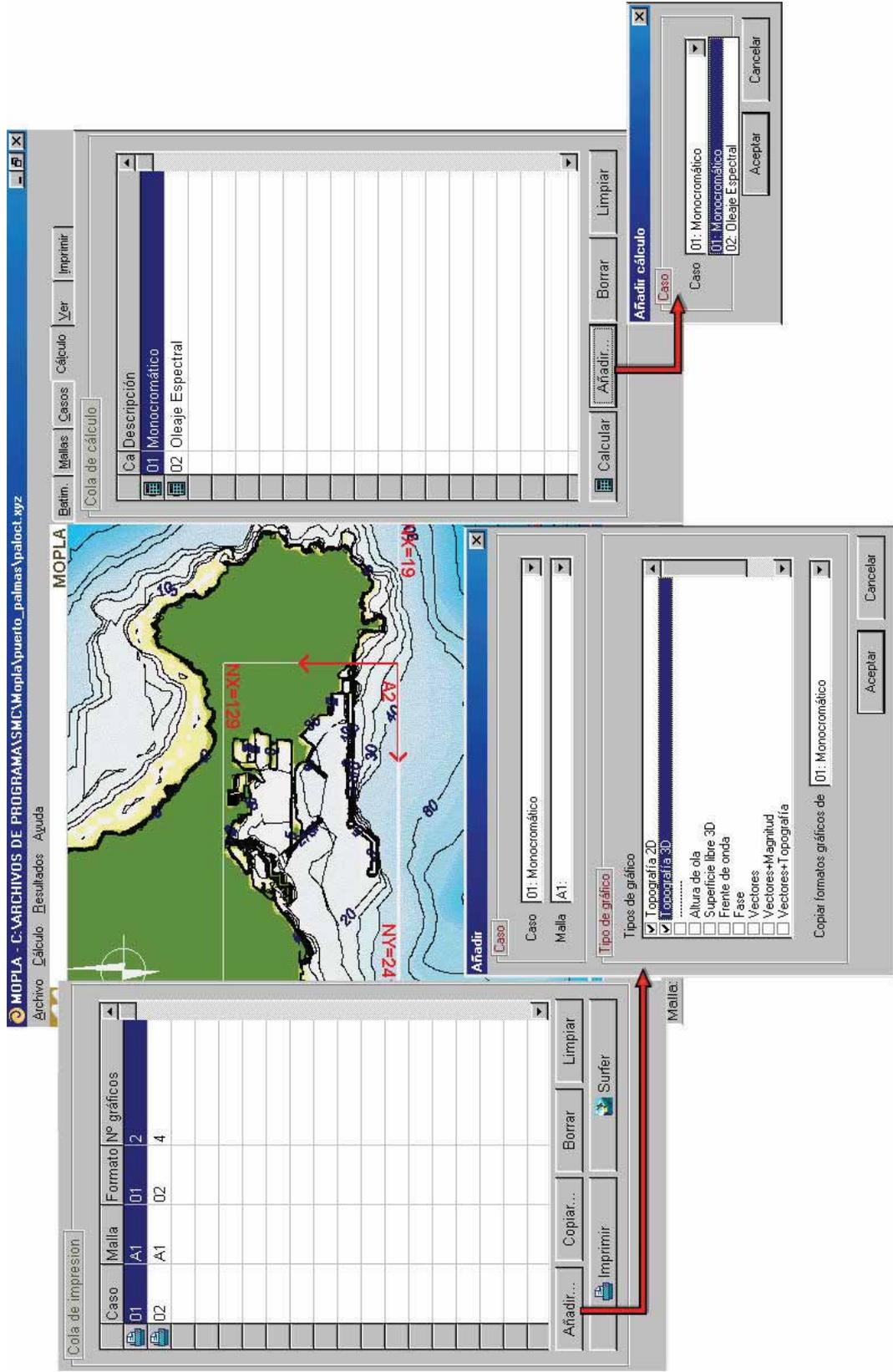


Figura III.10. Diálogos de Añadir a la Cola de Cálculo/Impresión



## 10. Diálogo de *Nuevo directorio*

Como ya se dijo en el documento principal de este manual, esta es una opción avanzada, que permite al usuario copiar todos los elementos asociados a los **casos** existentes de una sesión de trabajo (batimetría, mallas, configuraciones, etc...), sin guardar los resultados de las ejecuciones.

Esto supone una ventaja dado que permite por un lado, guardar únicamente la información necesaria para volver a retomar el tema en un futuro, sin tener que guardar los resultados de ejecuciones que generalmente ocupan demasiado espacio en disco.

Por otro lado, nos permite utilizar toda la información de mallas, **casos**, configuraciones, etc..., en el directorio donde lo hemos copiado, y donde podemos reemplazar los archivos de batimetría XYZ y línea de costa, con batimetrías modificadas del mismo caso de estudio (se deben de copiar estos archivos con los mismos nombre en el nuevo directorio). Al abrir de nuevo el Mopla en este directorio, tendremos en pantalla la batimetría modificada, siendo necesario definir nuevamente la orientación del Norte y guardar en disco las mallas existentes, esto con el fin de actualizarlas. No obstante, se recuerda que para que el programa nos permita guardar de nuevo una malla, debemos modificar un parámetro cualquiera de la misma, salvar la malla y de nuevo recuperar el parámetro inicial, y finalmente, salvar. (Sabemos que estamos guardando la malla si vemos activarse el Surfer en pantalla).

A partir de este momento, podemos de nuevo comenzar a ejecutar los **casos** sobre las mismas mallas actualizadas. Se accede a este diálogo desde el menú **Archivo|Copiar proyecto Mopla...** (ver figura III.11). En este diálogo podemos definir el nombre del nuevo directorio a donde vamos a copiar, y su destino.

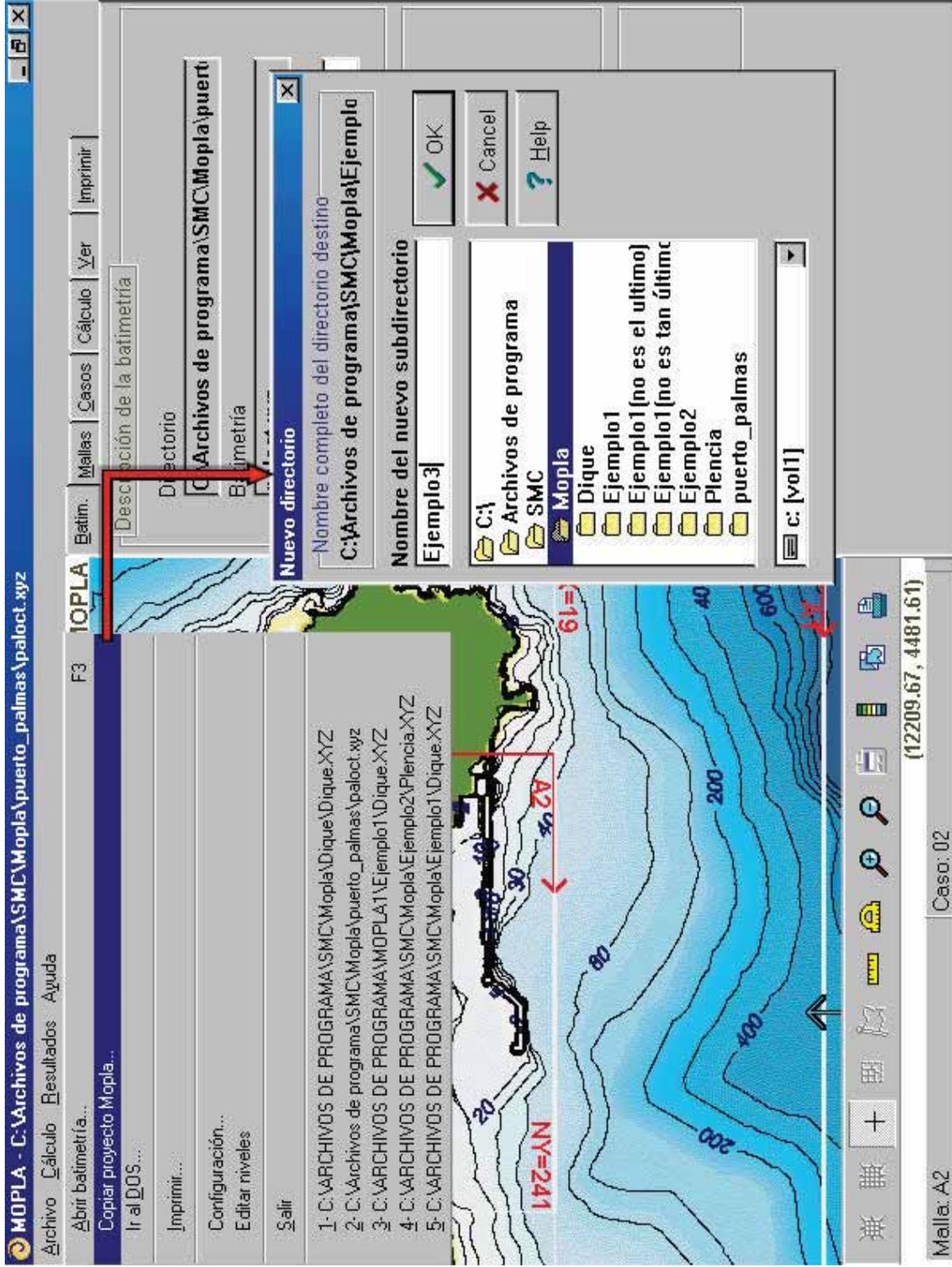


Figura III.11. Diálogo de Nuevo directorio. (Menú de Archivo|Copiar proyecto Mopla...)



## **ANEJO IV**

# **ESTRUCTURA DEL DIRECTORIO DE TRABAJO Y ARCHIVOS DEL MOPLA**

---



## IV. ESTRUCTURA DE DIRECTORIOS Y ARCHIVOS DEL Mopla

En este Anejo veremos inicialmente cuál es la estructura de un directorio de trabajo en Mopla, luego se definen los formatos de los archivos de entrada a la interfaz del Mopla, y finalmente, los formatos de archivos de los programas.

### 1. Estructura de directorios

El directorio de trabajo de Mopla, es donde tenemos los archivos de batimetría XYZ y la línea de costa. Directamente dentro de este directorio, es donde se guarda la información asociada a mallas simples y encadenadas, **casos**, etc. Todo lo que define la configuración de una sesión de trabajo.

A medida que se va trabajando con el Mopla, se crean tres subdirectorios denominados (*Gráficos*, *Rd* y *Sp*), los cuales se muestran en la figura IV.1, y que describiremos a continuación:



Figura IV.1. Estructura de un directorio de trabajo Mopla

- **Subdirectorio *Rd*:** en este subdirectorio se guardan todos los archivos de entrada y salida, de todos los **casos** asociados al oleaje monocromático;



los cuales se han ejecutado con los modelos (Oluca-MC, Copla-MC y Eros-MC).

- **Subdirectorío Sp:** en este subdirectorío se almacenan los archivos de entrada y salida de todos los **casos** asociados al oleaje espectral; **casos** espectrales con los modelos (Oluca-SP, Copla-SP y Eros-SP).
- **Subdirectorío Gráficos:** este subdirectorío se subdivide a su vez en dos nuevos subdirectoríos (*Rd* y *Sp*), donde se almacenan todos los gráficos que han sido generados desde el Mopla; tanto los asociados al oleaje monocromático, como los asociados al oleaje espectral, respectivamente.

Una vez finalizado un estudio, no es necesario que se almacene toda la información de ejecuciones y gráficos, únicamente con las configuraciones y la batimetría se pueden volver a ejecutar los casos y recuperar la información no almacenada. Por lo tanto, si existen problemas por espacio en disco, se recomienda borrar los directoríos *Rd*, *Sp* y *Gráficos*, y únicamente conservar la información dentro del directorío de trabajo (batimetrías, configuraciones de mallas, **casos**, etc...). Es de resaltar que los archivos de ejecuciones y gráficos pueden llegar a ocupar un espacio importante de memoria en disco duro.



## 2. Archivos de entrada al interfaz Mopla

- **Archivo de batimetría XYZ (nombre.xyz o cualquier otra extensión):**

Este archivo lo define el usuario con la batimetría, es un fichero ASCII con tres columnas, coordenada  $x$ , coordenada  $y$ , y profundidad  $z$ , todas en metros. No tiene ningún tipo de formato. (Se recuerda que, archivos con comas generan errores en el Mopla).

X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	Z <sub>1</sub>
X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	Z <sub>2</sub>
X <sub>3</sub>	Y <sub>3</sub>	Z <sub>3</sub>
.		
.		
.		
.		
X <sub>n</sub>	Y <sub>n</sub>	Z <sub>n</sub>

El archivo puede ser de batimétricas o de datos topográficos. En el archivo con batimétricas, las profundidades bajo el nivel de referencia (agua) son positivas y por encima del nivel de referencia son negativas y están generalmente referenciadas al nivel de bajamar viva equinoccial (BMVE). Las costas topográficas, por lo general, se encuentran referenciadas a un punto en tierra y las cotas en agua son negativas. El programa Mopla trabaja con batimétricas donde generalmente el nivel de la (BMVE) es el nivel cero de referencia. En el diálogo de *Leer batimetría* (ver Anejo III) se permite la posibilidad de leer cotas topográficas. El programa cambia los signos convirtiéndolos en batimétricas.

Este tipo de archivos son almacenados directamente dentro del directorio de trabajo del Mopla.

- **Archivo de línea de costa (nombre.cos):**

Es un archivo ASCII con dos columnas,  $x$ ,  $y$  (en metros), separadas por espacios (las comas generan errores en el Mopla), sin ningún formato especial. Este archivo



contiene las líneas de costa (contorno que define el usuario como límite agua-tierra), en coordenadas referenciadas al mismo sistema de la batimetría.

Dado que el programa interpola las profundidades para los puntos de la malla, en algunos casos la resolución de los nodos no es suficiente para diferenciar los contornos, el archivo [].cos permite dar una resolución de la línea de costa al gusto del usuario. En la siguiente imagen se muestra la estructura de este archivo:

```

Comentario

X1      Y1

X2      Y2

X3      Y3

X4      Y4

Comentario

X20     Y20

X21     Y21

.

.

Xp      Yp
    
```

Las líneas que aparecen como comentario, permiten separar líneas de costa sin unirlos, esto es útil cuando existen islas o tramos de costa que no se desea que se junten. Cada bloque de datos debe de seguir un orden secuencial, ya que el programa une los puntos con segmentos de recta.

Es importante recordar, que estos comentarios **no deben incluir caracteres numéricos**.

Este archivo de línea de costa es opcional, y debe de localizarse en el mismo directorio de la batimetría XYZ (directorio de trabajo del Mopla).

- **Archivo de un espectro medido (nombre.dat):**

Este archivo contiene un espectro medido en campo o laboratorio. Es un archivo tipo ASCII, con dos columnas (frecuencia, energía), separados por espacios, sin ningún tipo de formato en especial.



La frecuencia es en (Hz) y la energía puede ser en unidades M.K.S. ( $\text{m}^2 \cdot \text{s}$ ) o en C.G.S. ( $\text{cm}^2 \cdot \text{s}$ ).

Éste es un archivo opcional, y su formato es el que se muestra en la imagen:

$f_1$	$S_1$
$f_2$	$S_2$
$f_3$	$S_3$
.	
.	
.	
$f_p$	$S_p$



### 3. Archivos de entrada y salida de los programas

A continuación se describen los archivos de entrada y salida de los distintos programas del Mopla. “Propagación de oleaje” (Oluca-MC y Oluca-SP), “Corrientes en playas” (Mopla-(MC/SP)) y “Transporte” (Eros-(MC/SP)).

La palabra [clave] que aparece en los siguientes archivos se compone de cuatro caracteres, los dos primeros están asociados a la malla y los dos siguientes se asocian al nombre del caso.

- **Modelo Oluca-MC (Propagación de oleaje monocromático)**

Todos los archivos de entrada y salida de este programa, se almacenan en el subdirectorio *Rd*, dentro del directorio de trabajo del Mopla.

#### Archivos de entrada

<b>[clave]ref.dat</b>	Archivo con la batimetría en los nodos de la malla, en formato 16F8.4
<b>[clave]in.dat</b>	Archivo con la información general de la ejecución (oleaje inicial, tamaño de mallas, tipos de modelos, nivel de marea, etc...).
<b>[clave]win.dat</b>	Archivo con el oleaje de entrada a la malla, obtenido a partir de la última fila de una malla previa, encadenada. (Archivo opcional para mallas encadenadas, exceptuando la malla exterior).

#### Archivos de salida

<b>[clave]out.dat</b>	Archivo con la información de salida de la propagación (amplitudes complejas, direcciones, batimetría).
<b>[clave]run.dat</b>	Archivo de control de la ejecución, contiene los parámetros de entrada de la ejecución y mensajes de advertencia.



**[clave]zum.dat** Archivo similar al [clave]out.dat, pero incluye resultados en la malla de cálculo interna. Se utiliza fundamentalmente para generar gráficos de superficie libre, frente y fases. Este archivo puede llegar a ocupar un espacio importante en el disco duro, en tal situación, se recomienda borrarlo del subdirectorío. De igual manera, también podemos generar archivos de gráficos muy grandes en el directorío Gráficos|Sp, dado este caso, después de imprimirlos, borrar estos archivos si se desea. (Este es un archivo opcional).

- **Modelo Oluca-SP (Propagación de oleaje espectral)**

Todos los archivos que se describen a continuación, aparecen en el subdirectorío *Sp*, dentro del directorío de trabajo del Mopla.

#### **Archivos de entrada**

**[clave]in.dat** Archivos de entrada al programa con las características del oleaje espectral incidente. (Estructura similar al archivo con el mismo nombre del oleaje monocromático).

**[clave]ref.dat** Es el mismo archivo descrito anteriormente, contiene la batimetría en los puntos de la malla.

**[clave]win.dat** Archivo con el oleaje de entrada a la malla, obtenido a partir de la última fila de una malla previa, encadenada. (Archivo opcional).

#### **Archivos de salida**

**[clave]out.dat** Archivo de salida con la batimetría, altura de ola significativa, direcciones, tamaño de malla e incrementos espaciales.



<b>[clave]rad.dat</b>	Archivo con las componentes $S_{xx}$ , $S_{yy}$ , y $S_{xy}$ del tensor de radiación.
<b>[clave]run.dat</b>	Archivo que incluye los parámetros de entrada del oleaje y mensajes de advertencia de la ejecución.
<b>[clave]sup.dat</b>	Archivo con la superficie libre, $\eta(m)$ , en los puntos de la malla. (Archivo opcional).
<b>[clave]wou.dat</b>	Archivo que guarda la amplitud compleja de todas las componentes de energía en la última fila de la malla. (Archivo opcional).
<b>[clave]amp.dat</b>	Archivo con el mismo formato del archivo [clave]out.dat (Olucá-MC). Guarda la información asociada a una componente de energía. (Archivo opcional).
<b>[clave]zum.dat</b>	Archivo con el mismo formato del [clave]zum.dat (Olucá-MC). Guarda información de la componente de energía en la malla interna de cálculo. Este archivo puede llegar a ocupar un espacio importante en el disco duro. En tal situación, se recomienda borrarlo del directorio Sp. (Este es un archivo opcional).
<b>[clave]esp.dat</b>	Archivo con la información de espectros en distintos puntos de la malla. (Archivo opcional).

- **Modelo Copla-MC/SP (Modelo de “Corrientes en playas”)**

Los archivos de entrada y salida de estos programas se almacenan en los correspondientes subdirectorios *Rd* ó *Sp*, dentro del directorio de trabajo del Mopla.



**Archivos de entrada**

- [clave]in.dat** Archivo de entrada para los programas de “Propagación de oleaje” Oluca-(MC/SP), con la configuración y oleaje iniciales.
- [clave]out.dat** Archivo de salida de los programas de “Propagación de oleaje” Oluca-(MC/SP), con la batimetría, alturas de ola, dirección, tamaños de malla e incrementos espaciales.
- [clave].dat** Archivo con la información necesaria para ejecutar los modelos de corrientes (incrementos de tiempo, duración, viscosidad de remolino, fricción , etc...).

**Archivos de salida**

- [clave]sup.001** Archivo de salida del programa Copla-MC con los valores de nivel medio ( $\eta$ ) en cada uno de los nodos de la malla.
- [clave]vel.001** Archivo de salida del programa Copla-MC, con los valores de velocidades (U, V) en cada uno de los nodos de la malla.
- H.dat, U.dat, V.dat** Archivos de salida del programa Copla-MC con la evolución temporal de los niveles medios ( $\eta$ ), las velocidades U y V; en los puntos de control.
- [clave]pqh.001** Archivos de salida del programa Copla-SP con los caudales promediados en el tiempo ( $Q_x, Q_y$ ) y los valores del nivel medio ( $\eta$ ).
- [clave]H.dat** }  
**[clave]V.dat** }  
**[clave]U.dat** }
- Archivos de evolución temporal del nivel medio ( $\eta$ ) y las velocidades (U, V), en los puntos de control del programa Oluca-SP.



- **Modelo Eros-(MC/SP). (Modelo de “Transporte de sedimentos y evolución de playas”)**

Los archivos de entrada y salida de este programa se localizan en los correspondientes subdirectorios *Rd* y *Sp*, dentro del directorio de trabajo del Mopla.

### **Ficheros de entrada**

<b>[clave]in.dat</b>	Archivo de entrada de los programas de “Propagación de oleaje” Oluca-(MC/SP), con las características del oleaje incidente (onda monocromática o espectro multidireccional ) y nivel de marea.
<b>[clave]out.dat</b>	Archivo de salida de los programas de “Propagación de oleaje” Oluca-(MC/SP), con la batimetría, altura de ola, direcciones, tamaño de malla e incrementos espaciales.
<b>[clave]rad.dat</b>	Archivo de salida del programa de “Propagación de oleaje” Oluca-SP, con las componentes $S_{xx}$ , $S_{yy}$ y $S_{xy}$ del tensor de radiación.
<b>[clave]cau.001</b>	Archivo de salida del programa Copla-MC con los caudales promediados en el tiempo ( $U(h+\eta)$ , $V(h+\eta)$ ), en cada una de las caras de las celdas del dominio en un instante dado de tiempo (sólo en Eros-MC).
<b>[clave]sup.001</b>	Archivo de salida del programa Copla-MC con los valores del nivel medio ( $\eta$ ) en cada uno de los nodos de la malla, en un instante dado de tiempo (sólo en Eros-MC).
<b>[clave]pqh.001</b>	Archivo de salida del programa Copla-SP con los caudales promediados en el tiempo ( $U(h+\eta)$ , $V(h+\eta)$ ) y los valores del nivel medio ( $\eta$ ), en cada una de las caras de las celdas del dominio en un instante dado de tiempo (sólo en Eros-SP).



**[clave]dat2** Archivo de entrada similar al archivo [clave]dat. Este archivo tiene la información necesaria para las ejecuciones del Copla-Q.

**[clave]mo.dat** Archivo de datos de entrada en el cual se definen todos los parámetros necesarios en una simulación:

- formulación de transporte
- modo de funcionamiento (ESI o MEM)
- duración del evento
- características del agua y del sedimento
- máxima variación del fondo permitida.

### Ficheros de salida

**[clave]tte.dat** Archivo de salida del programa Eros con la siguiente información:

$$\left( x, y, |\vec{q}|, \gamma_q, \frac{\partial h}{\partial t}, h_f, \Delta h \right)$$

en donde:

- (x, y) es la localización de cada nodo del dominio  
 $|\vec{q}|$  es el módulo del transporte inicial, ESI (m<sup>3</sup>/h/m.l.), modo ESI  
 $\gamma_q$  es el ángulo del transporte inicial (ESI) respecto al Norte (°), modo ESI  
 $\frac{\partial h}{\partial t}$  es la tasa inicial de variación temporal del fondo (expresada en m/h), modo ESIS  
 $h_f$  es el calado final (m), modo MEM  
 $\Delta h$  es la variación del calado entre la batimetría inicial y final en cada punto (m), modo MEM.



**H2.dat,U2.dat,V2.dat**

Archivos en los que se muestra, para los puntos de control seleccionados la evolución temporal de  $\eta$ , U y V. De la misma manera que en el programa Copla-MC/SP se tiene que conseguir el equilibrio en el sistema ( $\eta = \text{cte}$ ,  $U = \text{cte}$ ,  $V = \text{cte}$ ) en el modelo Eros, al final de cada paso morfológico se tiene que conseguir dicho equilibrio.