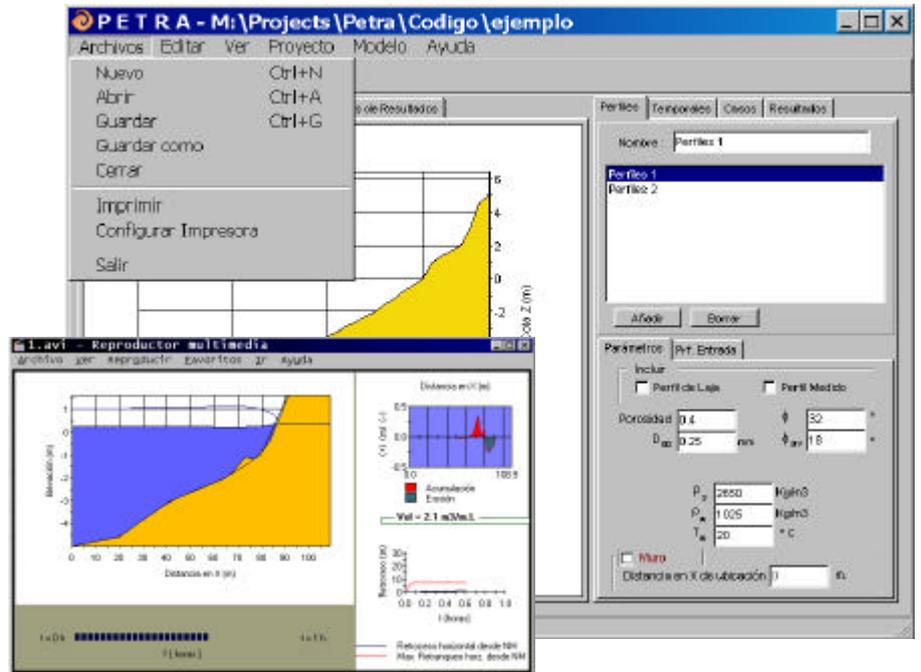




Modelo de evolución del perfil transversal de playa



MANUAL DEL USUARIO Petra 3.0





MANUAL DEL USUARIO

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN.....	1.1
1.1 ¿Qué es Petra?.....	1.1
1.2 ¿Qué hace Petra?	1.1
1.3 Usuario tipo y conocimientos requeridos.....	1.2
1.4 Estructura global del Petra.....	1.3

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	2.1

Capítulo 3. INSTALACIÓN DEL PETRA

3. INSTALACIÓN DEL PETRA.....	3.1
3.1 Requerimientos mínimos de hardware y software.....	3.1
3.2 Instalación del programa.....	3.1
3.3 Descargar el programa Petra	3.2



Capítulo 4. INTERFAZ GRÁFICA DEL PETRA

4. INTERFAZ GRÁFICA DEL PETRA.....	4.1
4.1 Definiciones previas.....	4.1
4.2 ¿Qué es un “proyecto” dentro del Petra.....	4.1
4.3 Estructura de la interfaz gráfica.....	4.2
4.3.1 Herramientas de archivo.....	4.4
4.3.2 Herramientas de visualización y edición.....	4.6
4.3.3 Herramientas de ayuda.....	4.6
4.4 Estructura de los elementos del proyecto.....	4.7
4.4.1 Perfiles.....	4.7
4.4.2 Temporales.....	4.10
4.4.3 Casos.....	4.13
4.4.4 Resultados.....	4.15
4.4.5 Animación de la simulación.....	4.17

Capítulo 5. APLICACIÓN DEL PETRA

5.APLICACIÓN DEL PETRA.....	5.1
5.1 Objetivo.....	5.1
5.2 Casos de estudio.....	5.1



5.3 Aplicación I: perfil teórico de pendiente uniforme.....	5.1
5.3.1 Abrir el programa Petra.....	5.3
5.3.2 Crear un perfil con el editor.....	5.5
5.3.3 Crear un proyecto nuevo	5.7
5.3.4 Definición de temporales.....	5.8
5.3.5 Definición de casos.....	5.10
5.3.6 Ejecución de los casos.....	5.11
5.3.7 Visualizar resultados.....	5.13
5.3.8 Imprimir resultados.....	5.17
5.3.9 Copiar elementos.....	5.19
5.4 Aplicación II: playa de La Concha, Suances (Cantabria).....	5.19
5.4.1 Obtención del perfil.....	5.20
5.4.2 Temporal de cálculo	5.21
5.4.3 Simulación con Petra	5.24

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN



1. INTRODUCCIÓN

1.1 ¿Qué es Petra?

El programa Petra es un modelo numérico de evolución morfológica del **Perfil transversal** de una playa que lleva incorporada una interfaz gráfica para facilitar su uso. En este manual se describe dicha interfaz gráfica así como la manera de usarlo. El programa Petra forma parte de las herramientas de análisis del modelo de **Análisis a corto plazo de playas**, Acordes.

1.2 ¿Qué hace Petra?

El objetivo básico de la interfaz gráfica de Petra es proporcionar una herramienta numérica de fácil uso que permita conocer la respuesta del perfil de playa ante un evento de temporal en términos de retroceso de la línea de costa y de la forma final del perfil.

El modelo Petra es una herramienta que permite realizar diversas tareas relacionadas con la evolución del perfil de una playa. A continuación enumeraremos algunas de ellas:

- Crear o abrir un proyecto de trabajo asociado a una zona de estudio en la costa formado por diversos perfiles. El proyecto gestiona toda la información generada dentro del estudio, almacenándola de manera estructurada en directorios que siguen una jerarquía. Un proyecto se puede crear a partir de las características de los perfiles (batimetría y sedimento) y de los temporales a los que va a estar sometido.
- Dentro del proyecto de trabajo se pueden definir casos, formados por combinaciones de perfiles y temporales. Para cada uno de ellos, la ejecución de Petra produce unos resultados que pueden ser visualizados,
 - o en tiempo real: se muestra una animación con la evolución morfológica del perfil, de la altura de ola a lo largo del perfil y del retroceso de la línea de costa;



- a posteriori: Con la información generada en la ejecución, el modelo incorpora al proyecto de trabajo los resultados de la simulación ofreciendo la posibilidad de ver gráficos de la evolución de las magnitudes hidrodinámicas calculadas, la variación de la batimetría del perfil y la evolución temporal del retroceso de la línea de costa.
- Permite imprimir los resultados de las simulaciones de un proyecto.

1.3 Usuario tipo y conocimientos requeridos

El modelo Petra es una herramienta numérica orientada específicamente a Ingenieros Técnicos y Superiores que desarrollan actividades en el ámbito costero. Para una correcta aplicación de Petra el usuario requiere unos conocimientos mínimos, tanto de procesos litorales como de dinámica marina recogidos dentro de los Documentos de Referencia. A continuación se resumen algunos de estos requerimientos:

1. El usuario debe estar familiarizado con las distintas dinámicas marinas y su interacción con elementos morfológicos litorales, obras y medio ambiente. Lo cual quiere decir, que debe entender claramente los procesos morfodinámicos involucrados en el ámbito costero. Una recopilación de información básica asociada con estos temas se presenta en el Documento de Referencia.
2. El usuario debe conocer las metodologías de estudio y elementos necesarios para llevar a cabo las diferentes actuaciones que se describen en los Documentos Temáticos.
3. También debe estar familiarizado con el manual de referencia del Petra. El usuario debe ser consciente de las limitaciones que imponen las hipótesis y rangos de aplicación en los cuales se fundamentan estos modelos, como también de una correcta interpretación de resultados. Así, el modelo Petra se enmarca dentro de las herramientas de corto plazo para el diseño de playas.
4. El usuario debe poseer unos conocimientos mínimos en el uso de entornos Windows (95, 98, NT), que le permitan operar el sistema de menús del Petra.



1.4 Estructura global del Petra

La estructura global del modelo Petra permite el análisis de una playa a corto plazo de un modo sencillo. Así, se puede simular la evolución morfológica de una playa sometida a diversos temporales. La playa se dividirá en perfiles o transectos representativos a lo largo de la misma.

Esta estructura de perfiles y temporales se concreta en la definición de un proyecto de trabajo asociado a una zona de estudio en la costa. El proyecto gestiona toda la información generada dentro del estudio, almacenándola de manera estructurada en directorios que siguen una jerarquía. Un proyecto se puede crear a partir de las características de los perfiles (batimetría y sedimento) y de los temporales a los que va a estar sometido.

CAPÍTULO 2

ASPECTOS BÁSICOS DE ESTE MANUAL



2. ASPECTOS BÁSICOS DE ESTE MANUAL

2.1 Objetivos y alcance

El propósito de este manual es servir de guía al usuario, para que de una forma sencilla conozca y aprenda el manejo del programa Petra. Los principales objetivos de este manual son: dar una idea clara de lo que es la estructura de un “proyecto” dentro del Petra, brindar al usuario una visión de las posibles aplicaciones del modelo en un estudio de ingeniería de costas y, fundamentalmente, enseñar el manejo del mismo a través de un caso práctico.

2.2 Contenido

En el capítulo 1 se da una visión global acerca de qué es el Petra, sus objetivos, usuarios y estructura.

El capítulo 2, contiene aspectos relacionados con este manual, objetivos, contenido y una lista de convenciones que se emplean en el mismo.

En el capítulo 3, se da una descripción de la instalación del programa y los requerimientos mínimos para su montaje.

El capítulo 4 contiene una descripción de la interfaz gráfica del Petra.

En el capítulo 5, se define el concepto de un “proyecto” dentro del Petra y se presentan ejemplos prácticos que permiten crear, paso a paso, un proyecto típico de trabajo.

2.3 Convenciones que se siguen en el manual

Dado que el modelo Petra se ha desarrollado en un entorno Windows, en esta sección se describirán de forma global, algunas convenciones utilizadas por dicho entorno:



- **Pulsar botón:** significa mover el puntero del ratón sobre el botón del programa que se indique, y hacer una pulsación del botón izquierdo.
- **Seleccionar menú (menú/submenú):** consiste en mover el puntero del ratón sobre la barra de menús (la cual se localiza en la parte superior del menú principal), después 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 página:** el programa tiene algunos 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 sobre la etiqueta que se desee seleccionar, y se hará una pulsación con el botón izquierdo del ratón.
- **Arrastrar 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 dejarse de pulsar el ratón.
- **Elemento seleccionado:** dentro de una lista de elementos, el elemento seleccionado es el que está en un color oscuro (azul o negro) y que resalta sobre los demás.

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.

CAPÍTULO 3

INSTALACIÓN DEL PETRA



3. INSTALACIÓN DEL PETRA

El programa Petra forma parte del Sistema del Modelado Costero (SMC), el cual incorpora una serie de modelos numéricos, cada uno con diferentes requerimientos informáticos. Esta sección contiene los requerimientos mínimos de instalación en un PC del programa Petra.

3.1 Requerimientos mínimos de hardware y software

Requerimientos mínimos

- Se recomienda instalar los programas en un PC (Pentium) o superior.
- Windows 95/98, Windows NT.
- Modo de vídeo 800 x 600 con 256 colores.
- Espacio en disco duro: 40 Mb.
- Memoria RAM: 64 Mb.

3.2 Instalación del programa

El programa Petra se instala junto al resto de módulos del SMC bajo un mismo programa de instalación. No obstante, se permite la opción de ejecutar Petra de forma independiente del SMC, o de ser ejecutado desde SMC. Para instalar el programa realice los siguientes pasos:

1. Introduzca el disco en la unidad de CD; automáticamente éste ejecutará el programa de instalación. En el caso de que no ejecute por sí mismo, el usuario debe ejecutar el programa “Autorun.exe” contenido en el CD.
2. Posteriormente, aparece una pantalla con las carátulas de los modelos disponibles, y bajo éstos los botones de instalar. El usuario podrá instalar los modelos que desee pulsando el correspondiente botón de instalación.
3. Instalación del SMC/Petra. Al pulsar el botón de “Instalar”, se pregunta el directorio de destino del programa. Se recomienda dejar por defecto la opción



seleccionada, pulsando cada vez el botón “Siguiente”, el programa instalará el modelo en el directorio: c:\Archivos de Programa\.

4. La instalación del conjunto de programas del SMC requiere reiniciar el sistema Windows, lo cual se debe llevar a cabo inmediatamente después de finalizada la instalación de dicho programa, sin esperar a instalar otros programas.

3.3 Descargar el programa Petra

En el caso de que se desee desinstalar el programa Petra, la primera alternativa y más sencilla es borrar el directorio que lo contiene. La segunda alternativa es eliminar el grupo de Windows 95/98/NT generado por el programa de instalación, seleccionándolo y pulsando la tecla DEL o SUPR, y posteriormente eliminar el grupo de programas del menú de Inicio (hay que ir a Inicio|Configuración|Barra de tareas).

CAPÍTULO 4

INTERFAZ GRÁFICA DEL PETRA



4. INTERFAZ GRÁFICA DEL PETRA

4.1 Definiciones previas

Con el fin de facilitar la lectura de este capítulo, en esta sección se van a definir de forma muy general algunos de los elementos básicos.

- *Coordenadas x, z :* son las coordenadas horizontal y vertical sobre el plano o área de gráficos.
- *Batimetría:* una serie de puntos con coordenadas (x, z) que definen la batimetría del perfil.
- *Muro:* definido por una coordenada x
- *Animación:* archivo tipo (AVI) con la simulación de la evolución morfológica del perfil.
- *Área de gráficos:* es el espacio en la pantalla donde se representa la batimetría del perfil y los resultados de la simulación. Este espacio rectangular está delimitado por unos ejes (x, z) dando una referencia espacial a dicho plano.

4.2 ¿Qué es un “proyecto” dentro del Petra?

Un “proyecto” en Petra es el conjunto de elementos que definen la evolución morfológica de perfiles transversales sometidos a los temporales de cálculo. El programa Petra gestiona toda la información del proyecto generada almacenándola de forma estructurada.

La estructura de un proyecto se muestra en la figura 4.1. Como puede verse un proyecto se define a partir de la definición de una serie de perfiles transversales y de un conjunto de temporales. Para cada combinación perfil-temporal se puede definir un caso, cuyos resultados se podrán visualizar tras ejecutar el modelo numérico.

Cuando se genera un proyecto, se crea un directorio. Este directorio contiene una serie de subdirectorios, los cuales almacenan la información del proyecto: un primer directorio denominado “perfiles”, el cual almacena información de la batimetría de cada perfil. Otro directorio denominado “temporales” almacena la información de cada temporal. Para cada caso definido se crea un directorio (“caso1”, “caso2”,...) en el cual se define el perfil, el temporal, las características del medio (agua y sedimento) y los parámetros de ejecución del modelo. Una vez ejecutado el modelo, se almacena en el directorio correspondiente a cada caso la información del “historial” de la simulación morfodinámica efectuada.

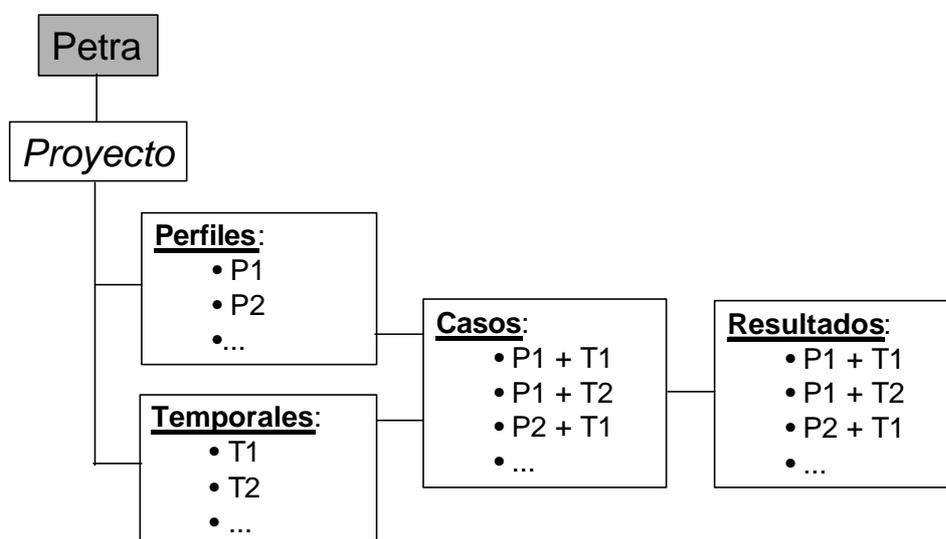


Figura 4.1

4.3 Estructura de la interfaz gráfica

Para dar respuesta a la estructura de proyecto descrita en el apartado anterior, la interfaz gráfica del Petra se compone, fundamentalmente, de 4 módulos: perfiles, temporales, casos y resultados.

En la figura 4.2 se muestra una imagen del menú principal del Petra, donde aparecen diferentes áreas de trabajo en la pantalla. En la parte superior está la barra de menús con las clásicas herramientas de un programa bajo Windows además de los módulos de Proyecto y Modelo. Bajo ésta se encuentra

la barra de botones gráficos, la cual permite acceder de manera directa a las herramientas de edición, de zoom y de ejecución del modelo. En la parte central izquierda se encuentra el área de gráficos. En la parte central derecha se encuentra la lista de elementos (perfiles, temporales, casos o resultados) y el editor de elementos donde se definen las características de cada elemento. Finalmente, en la parte inferior está la barra de información donde se definen las coordenadas horizontal y vertical del área de gráficos activa.

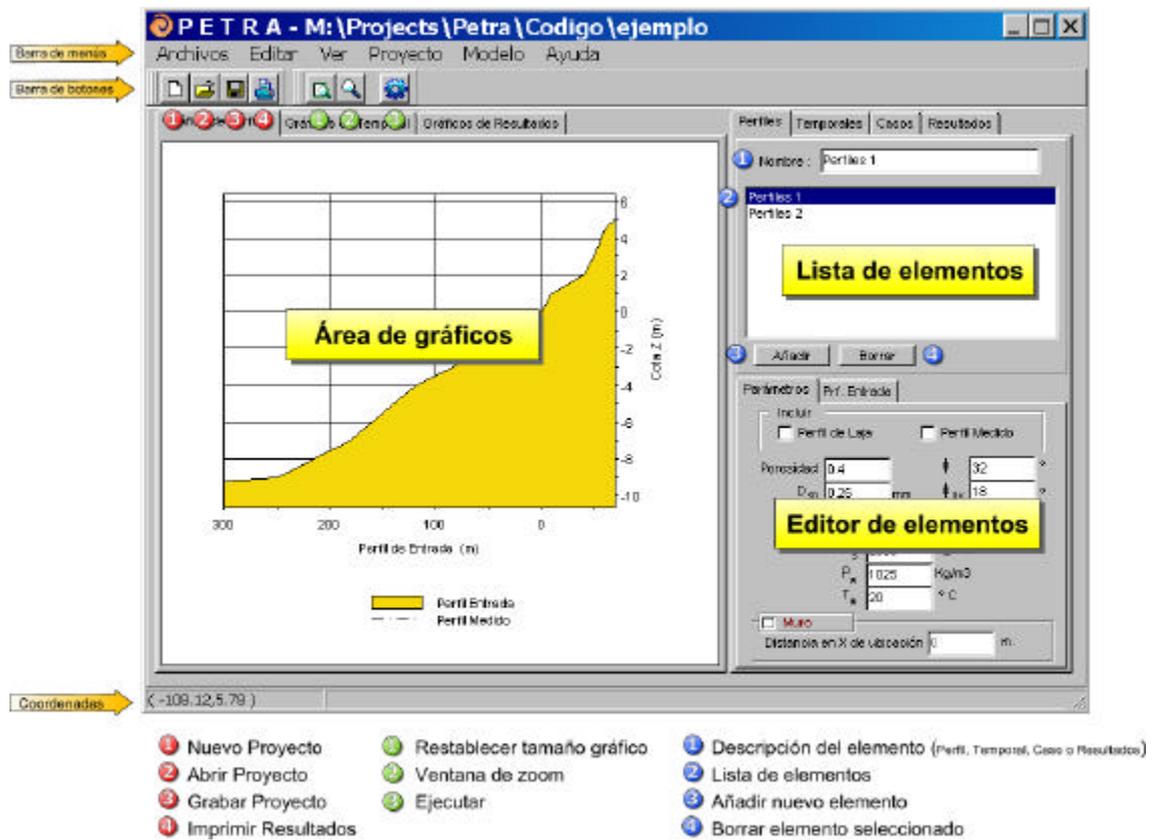


Figura 4.2



4.3.1. Herramientas de archivo

Las herramientas de archivo permiten gestionar cada proyecto dentro del Petra. En la figura 4.3 se muestra una imagen de las mismas (“Archivos” en la barra de menús).

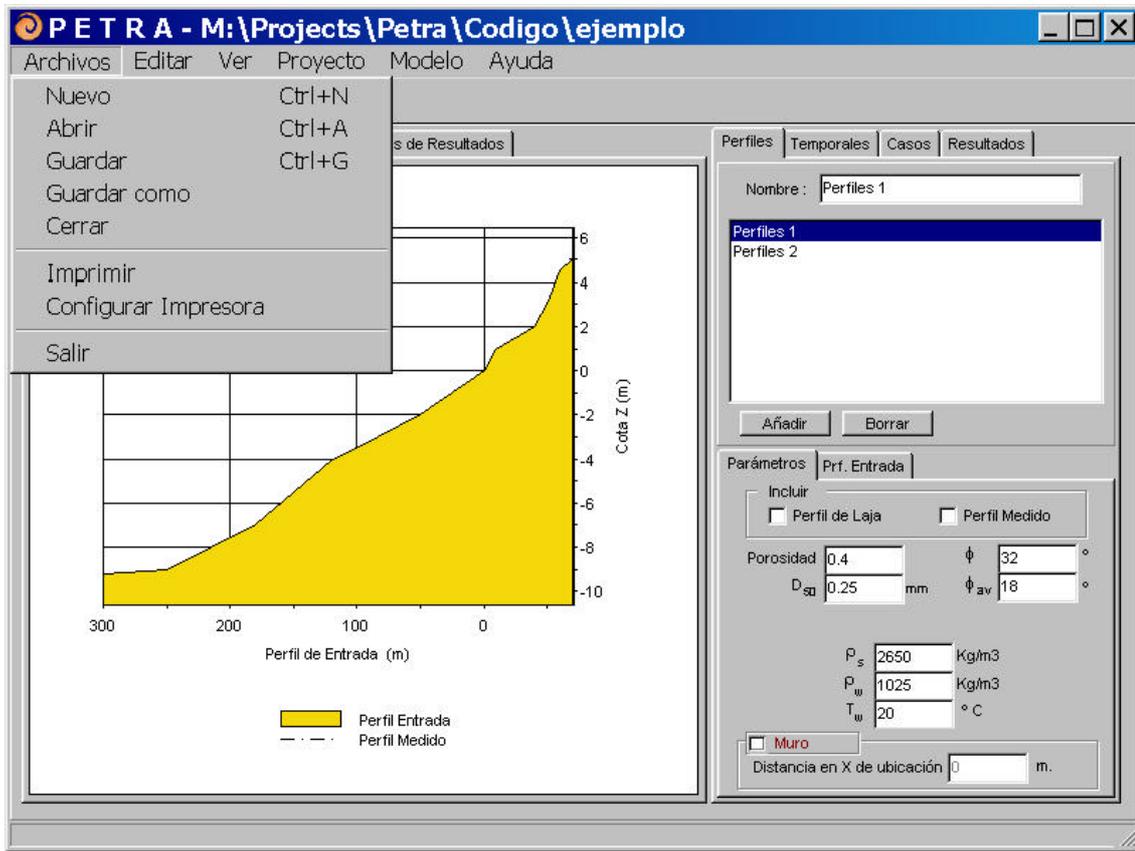


Figura 4.3

Nuevo proyecto

Dentro del Petra se puede acceder seleccionando “Archivos/Nuevo” de la barra de menús o pulsando con el ratón el primer botón en la barra de botones.



Abrir proyecto

Dentro del Petra se puede acceder seleccionando “Archivos/Abrir” de la barra de menús o pulsando con el ratón el segundo botón en la barra de botones. Permite crear un proyecto creado previamente. Una vez seleccionado se cargan todos los perfiles, temporales, casos y resultados obtenidos la anterior vez que se manejó este proyecto.

Guardar proyecto

Se puede acceder seleccionando “Archivos/Guardar” de la barra de menús o pulsando con el ratón el tercer botón en la barra de botones. Aquí se guarda un proyecto una vez se ha finalizado el trabajo sobre el mismo. Si se desea guardar el proyecto con otro nombre se debe seleccionar “Archivos/Guardar como”. Esta opción es útil cuando se desea hacer una copia exacta de un proyecto determinado.

Cerrar proyecto

Dentro del Petra se puede acceder seleccionando “Archivos/Cerrar” de la barra de menús. Esta opción deja al programa a la espera de cargar un proyecto existente o de crear uno nuevo.

Imprimir

Esta opción permite imprimir el área de gráficos junto con las características del mismo al seleccionar “Archivos/Imprimir” de la barra de menús.

Salir

Con esta opción se finaliza la sesión de trabajo con Petra y se cierra el programa.

4.3.2. Herramientas de visualización y edición

Las herramientas de visualización permiten activar y desactivar una ventana de *zoom* sobre el área de gráficos. Se puede acceder seleccionando en la barra de menús Ver o en la barra de botones (botones con una lupa). Esta herramienta es muy útil para ver en detalle la batimetría, la evolución de las magnitudes hidrodinámicas y de transporte, así como la evolución del perfil de playa y el retroceso de la línea de costa.

4.3.3. Herramientas de ayuda

Al seleccionar “Ayuda/Temas de ayuda”, se accede a un fichero en formato HTML donde se explican de manera gráfica y resumida los objetivos y las características del modelo Petra. (Ver figura 4.4)

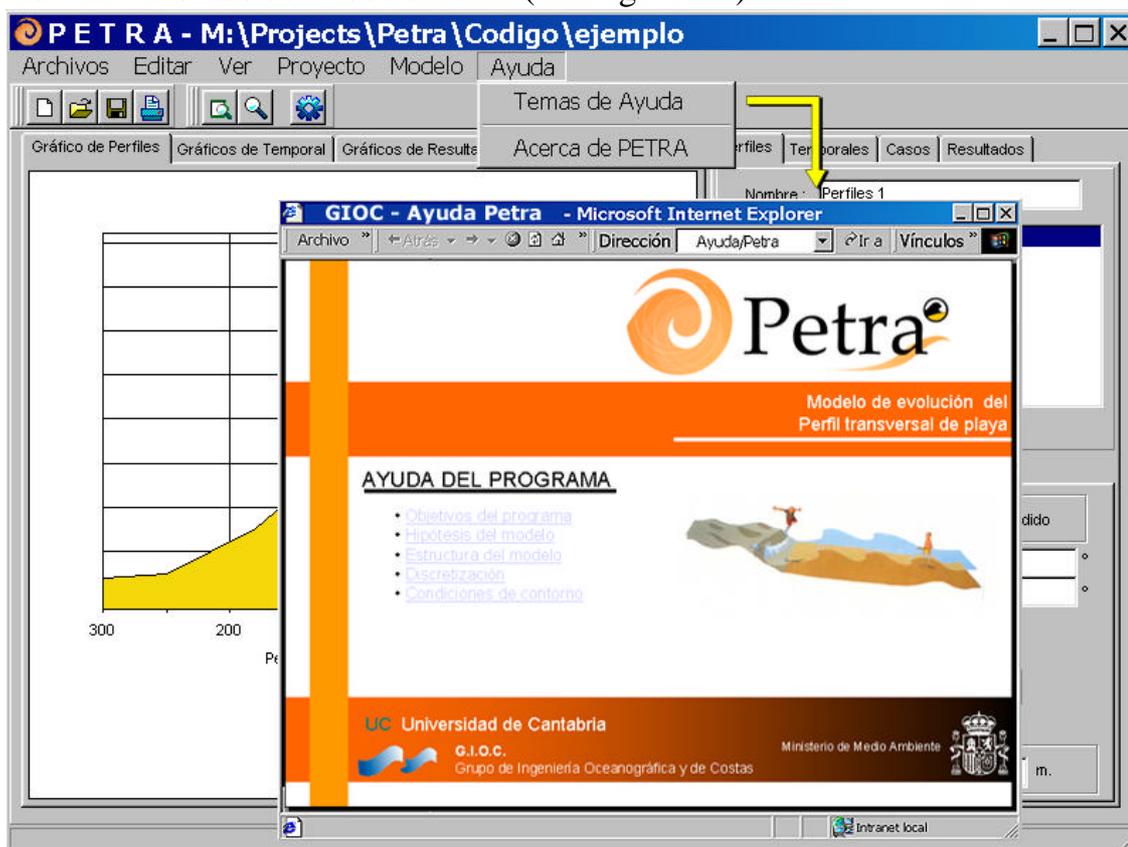


Figura 4.4

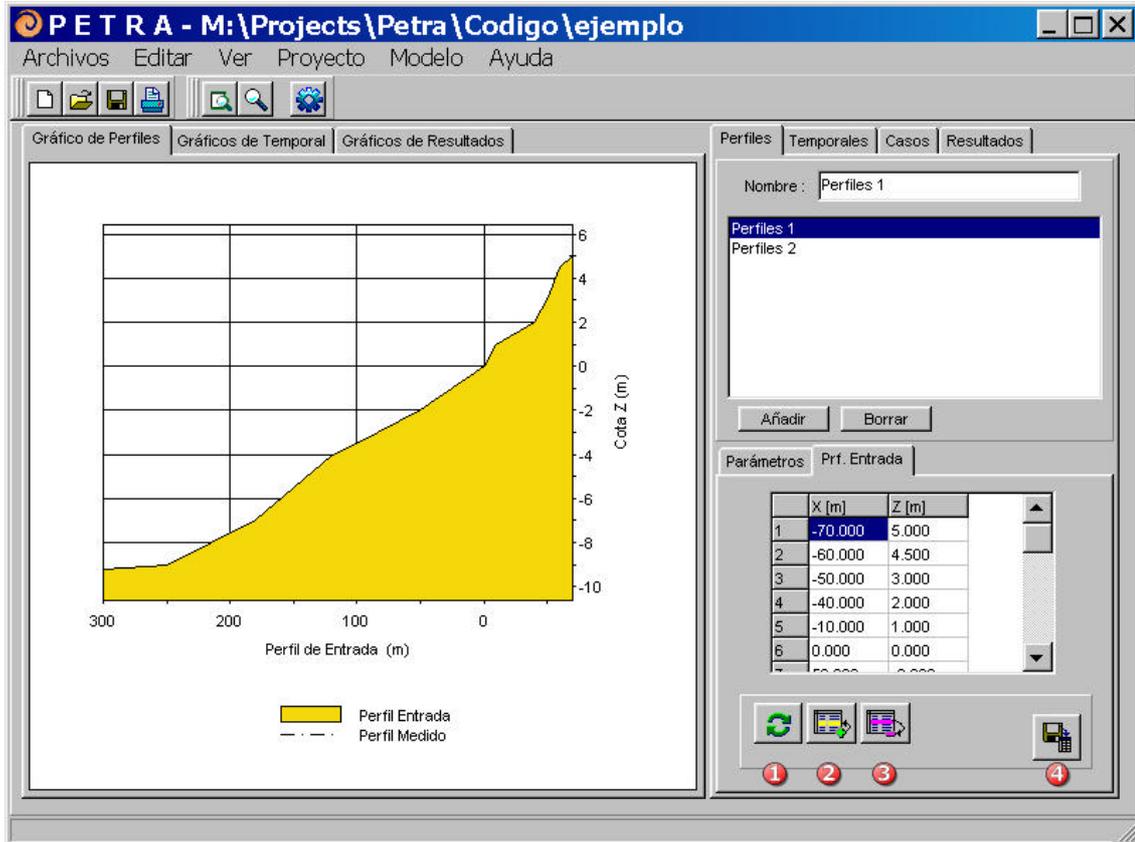
4.4 Estructura de los elementos del proyecto

A continuación se describe cada uno de los elementos de un proyecto dentro del Petra: perfiles, temporales, casos y resultados que se pueden encontrar en la parte central derecha del programa principal.

4.4.1. Perfiles

Al seleccionar la página *Perfiles* se puede observar en la parte superior la lista de perfiles y, para el perfil activo o seleccionado se muestra un editor en la parte inferior con las características del perfil (batimetría y parámetros). Cada perfil puede renombrarse utilizando el campo de texto de la parte superior. Los botones “Añadir” y “Borrar” permiten incorporar o eliminar perfiles al proyecto. Otra manera de acceder a “Añadir” y “Borrar” es a través de la barra de menús en “Proyecto/Perfiles”.

Para el perfil seleccionado se puede editar la batimetría (subpágina *Perfiles/Prf. Entrada*). Aquí nos encontramos con un editor de perfiles y con cuatro botones cuya descripción se realiza en la figura 4.5. Básicamente, a través de este editor se puede añadir puntos al perfil (2), borrar puntos del mismo (3), actualizar los cambios (1) o incluso cargar un fichero desde archivo (4) en formato ASCII con la topografía (coordenadas de agua negativas) o batimetría (agua positiva) del perfil. Un ejemplo de un perfil puede encontrarse en la figura 4.6. Como se puede observar, la primera fila contiene la descripción del perfil y el resto de filas son las coordenadas x y z del perfil comenzando el eje x desde tierra.



- ① Actualizar cambios
- ② Añadir fila(s)
- ③ Borrar fila(s)
- ④ Cargar un perfil desde archivo

Figura 4.5

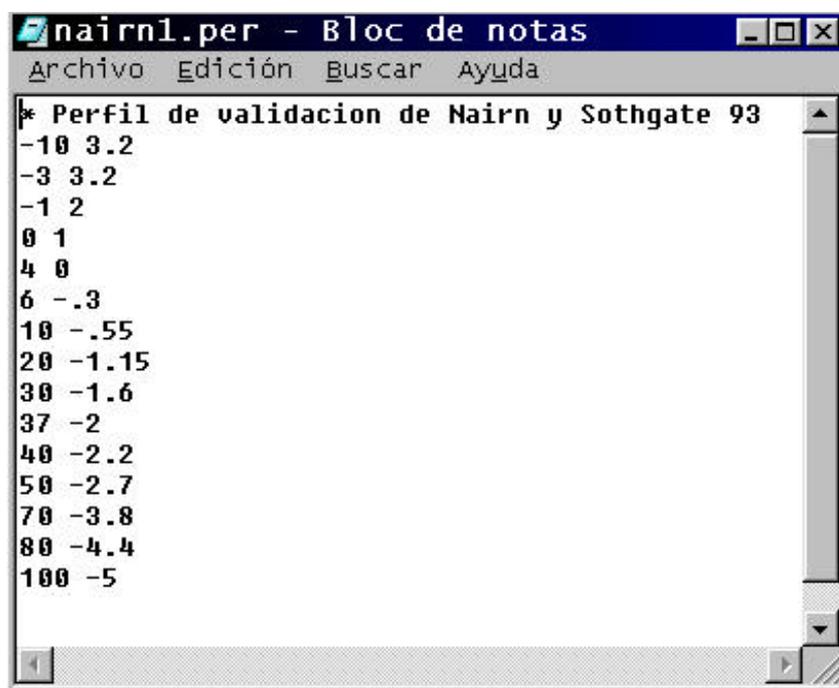
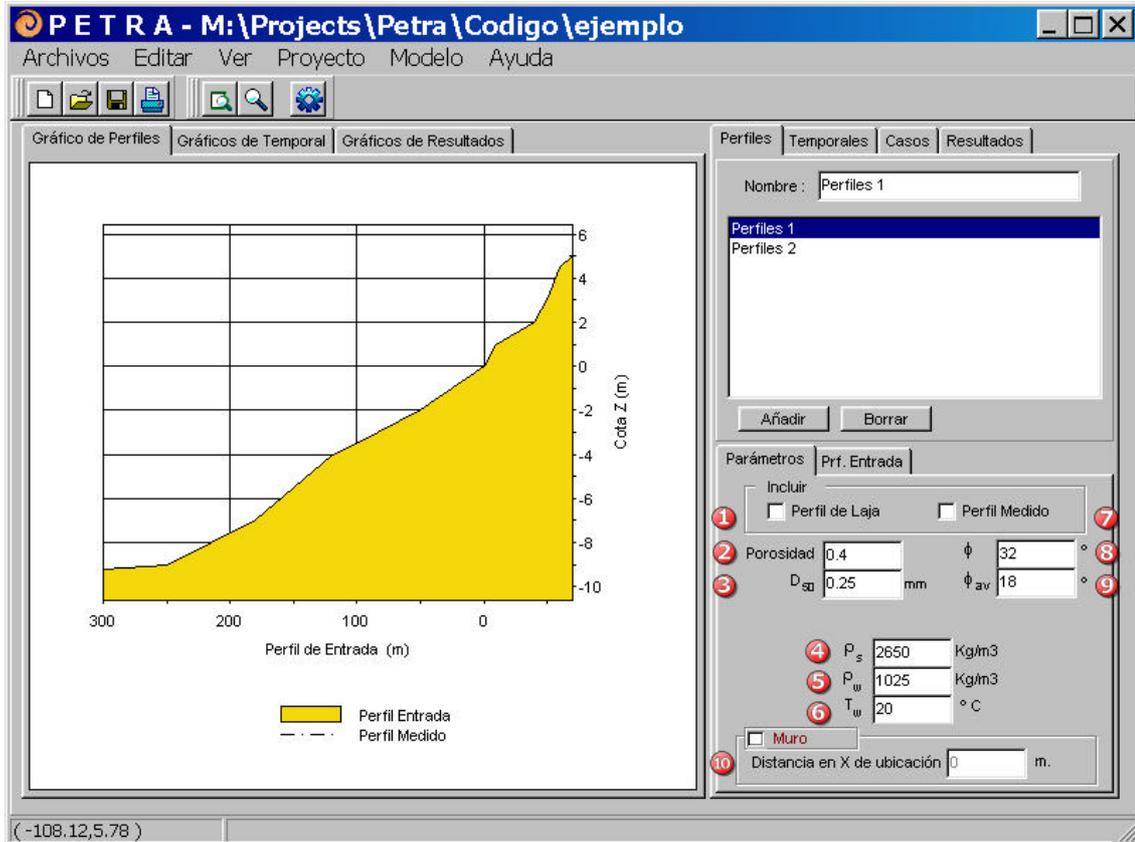


Figura 4.6

En la subpágina *Perfiles/Parámetros* (ver figura 4.7) se definen las propiedades del medio físico (agua y sedimento), así como la posibilidad de incluir un muro en cualquier punto del perfil activando el campo correspondiente al muro (pulsando con el botón izquierdo del ratón sobre el cuadrado). Además, es posible incluir un perfil de laja¹ y un perfil medido².

¹ En la versión 2 del programa Petra la simulación de la evolución del perfil con un perfil de laja no está implementada

² Opción muy útil al validar el modelo: se compara el perfil simulado con el perfil medido tras un temporal.



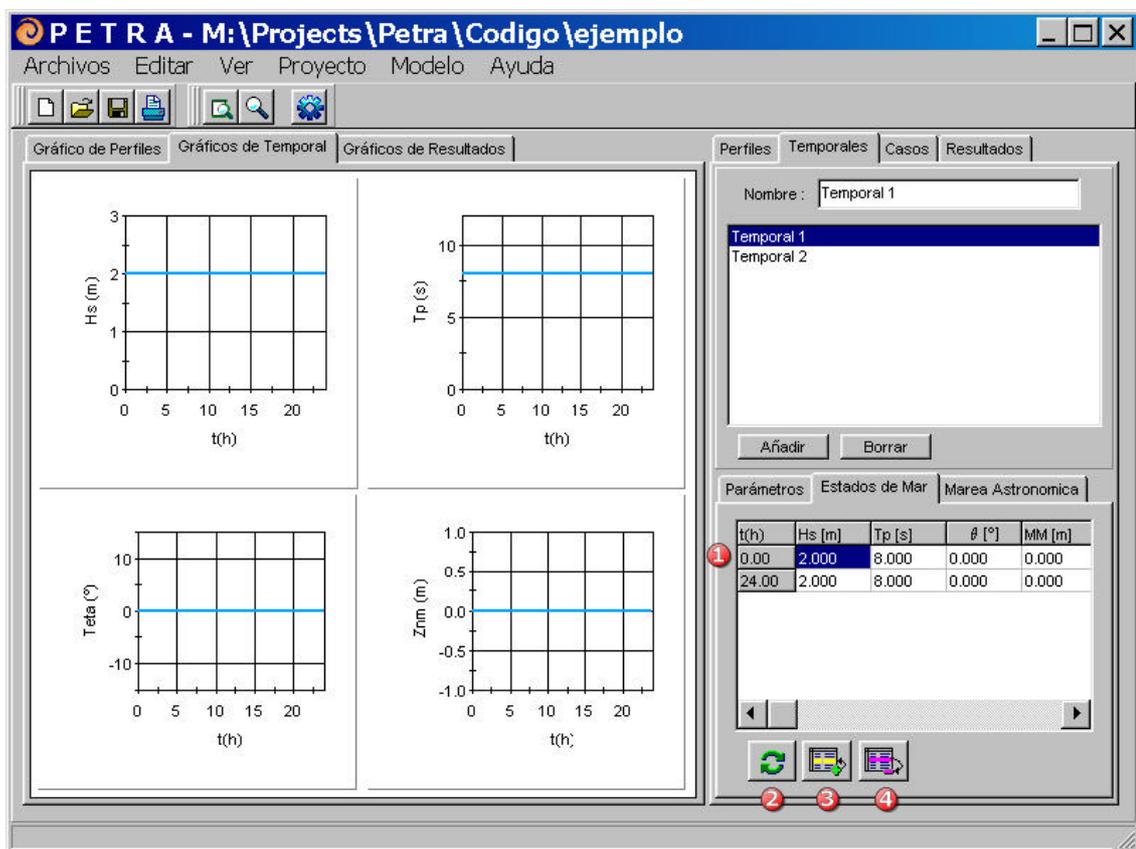
- | | |
|--|--|
| ① Posibilidad de incluir un perfil de laja | ⑥ Temperatura del agua |
| ② Porosidad del lecho poroso | ⑦ Posibilidad de incluir un perfil medido después del temporal |
| ③ Tamaño de arena | ⑧ Ángulo de rozamiento interno del material |
| ④ Densidad de la arena | ⑨ Ángulo tras avalancha del material |
| ⑤ Densidad del agua | ⑩ Posibilidad de incluir un muro |

Figura 4.7

4.4.2. Temporales

La estructura de la página *Temporales* es similar a la de *Perfiles*: al seleccionarla puede observarse en la parte superior la lista de temporales y, para el temporal activo o seleccionado se muestra un editor en la parte inferior con las características del estado de mar y de la marea astronómica. Los botones “Añadir” y “Borrar” permiten incorporar o eliminar temporales al proyecto. En la figura 4.8 se muestra una imagen de la página *Temporales* con la subpágina

Temporales/Estados de Mar activa. El funcionamiento de este editor de estados de mar es similar al de cualquier hoja de cálculo en entorno Windows: se pueden añadir o borrar estados de mar y se deben actualizar los cambios. Este editor permite representar un temporal con parámetros variables a lo largo del tiempo. Los parámetros que definen el estado de mar son la altura de ola significativa, el período de pico, el ángulo de incidencia respecto a la dirección del perfil transversal y la marea meteorológica (datos en una determinada profundidad definida en la subpágina *Temporales/Parámetros*).

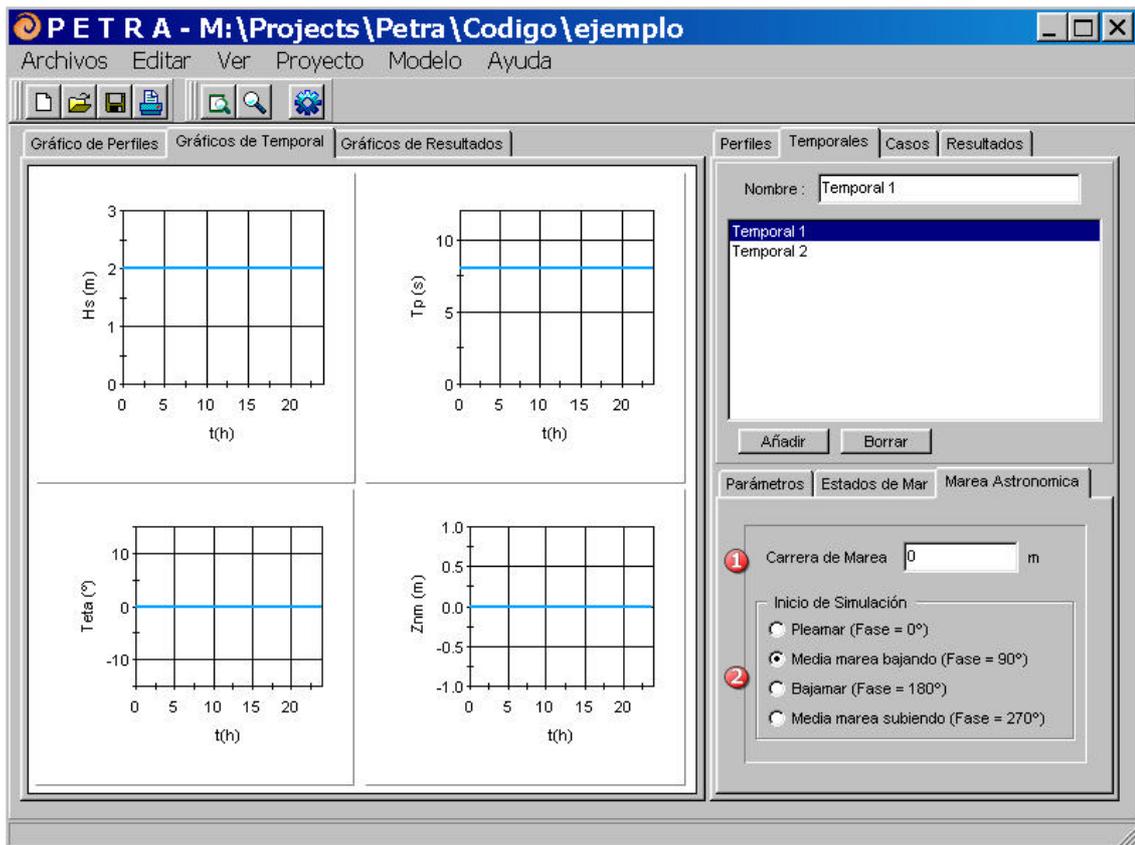


- 1 Editor de características de estado de mar
- 2 Actualizar cambios
- 3 Añadir estado de mar
- 4 Borrar estado de mar

Figura 4.8

Las características de la marea astronómica se introducen en la subpágina *Temporales/Marea astronómica* (ver figura 4.9). Se permite introducir el valor de la carrera de marea semidiurna ($T_{M2} = 12$ h 25 m) y cuatro posibilidades para

el inicio de la simulación (pleamar, media marea bajando, bajamar o media marea subiendo). No obstante, si se deseara introducir más componentes de marea (S2, M4, S4, K2, N2, O1, M1, P1, K1) con distintas amplitudes y desfases se puede activar la página de componentes de marea activando “Proyecto/Temporales/Componentes” en la barra de menús.



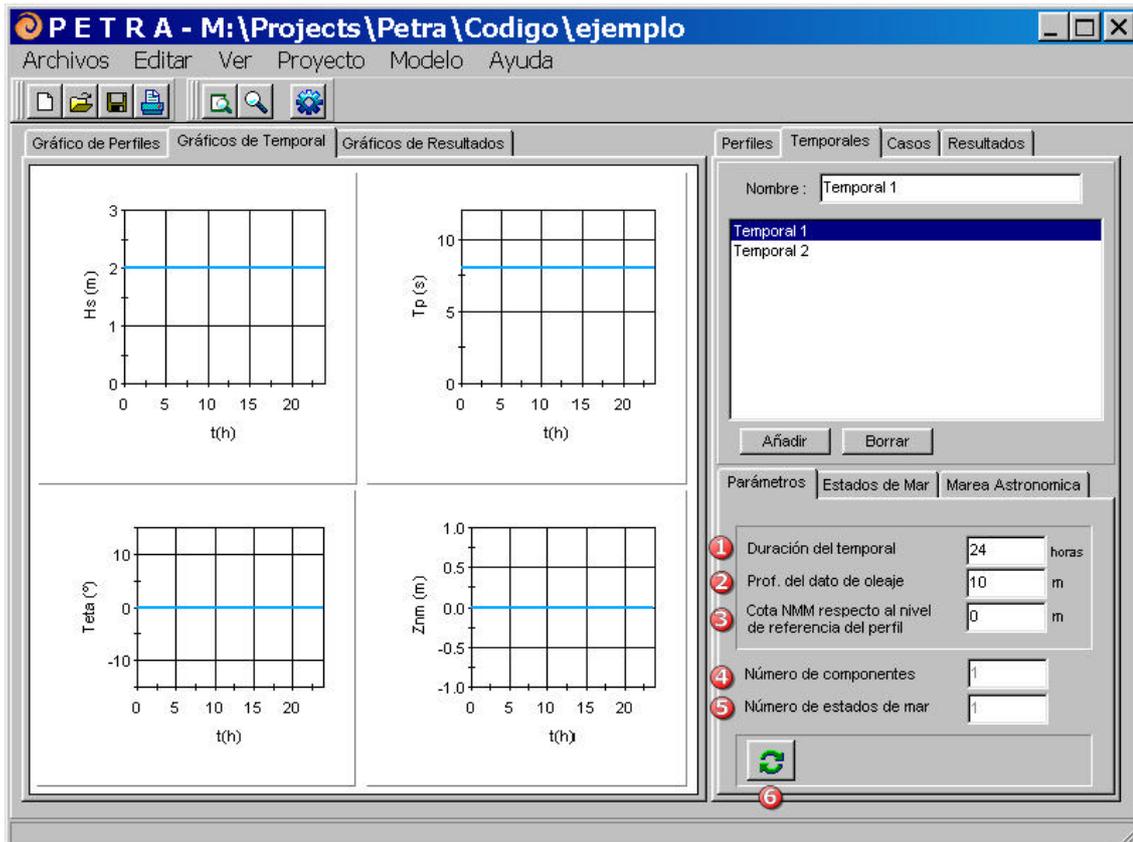
- ① Carrera de marea de la simulación
- ② Instante de inicio de simulación

Figura 4.9

En la subpágina *Temporales/Parámetros* se define la duración total del temporal, la profundidad del dato del oleaje y la cota del nivel medio del mar respecto al nivel de referencia del perfil. Además, se muestran dos campos con el número de estados de mar definidos en la subpágina *Temporales/Estados de mar* y el número de componentes de marea astronómica. El botón “Actualizar cambios” actualiza los últimos cambios, los cuales pueden observarse en el área de gráficos de la parte central izquierda en la página de *Gráficos de Temporal*.



En el ejemplo mostrado en la imagen de la figura 4.10 se observa un estado de mar definido a 10 m de profundidad con las características de $H_s = 2$ m, $T_p = 8$ s, $q = 0^\circ$ y $Z_{nm} = 0$ m. (constantes a lo largo de toda la simulación).



- 1 Duración del Temporal
- 2 Profundidad donde se define el Oleaje
- 3 Cota del NMM respecto al nivel de referencia del perfil
- 4 Número de componentes de marea astronómica
- 5 Número de estados de mar
- 6 Actualizar cambios

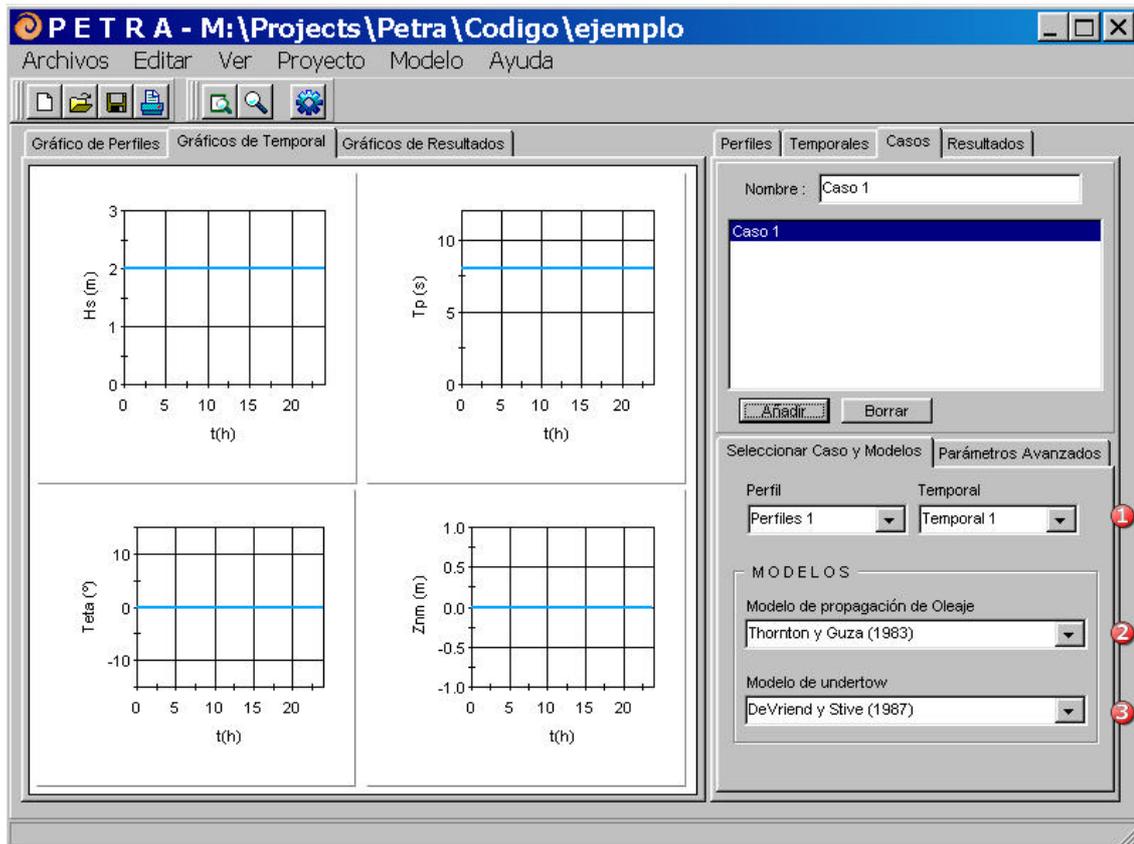
Figura 4.10

4.4.3. Casos

La estructura de la página *Casos* es la misma que la de *Perfiles* y *Temporales*: al seleccionarla puede observarse en la parte superior la lista de casos y, para el caso activo o seleccionado se muestra un editor en la parte



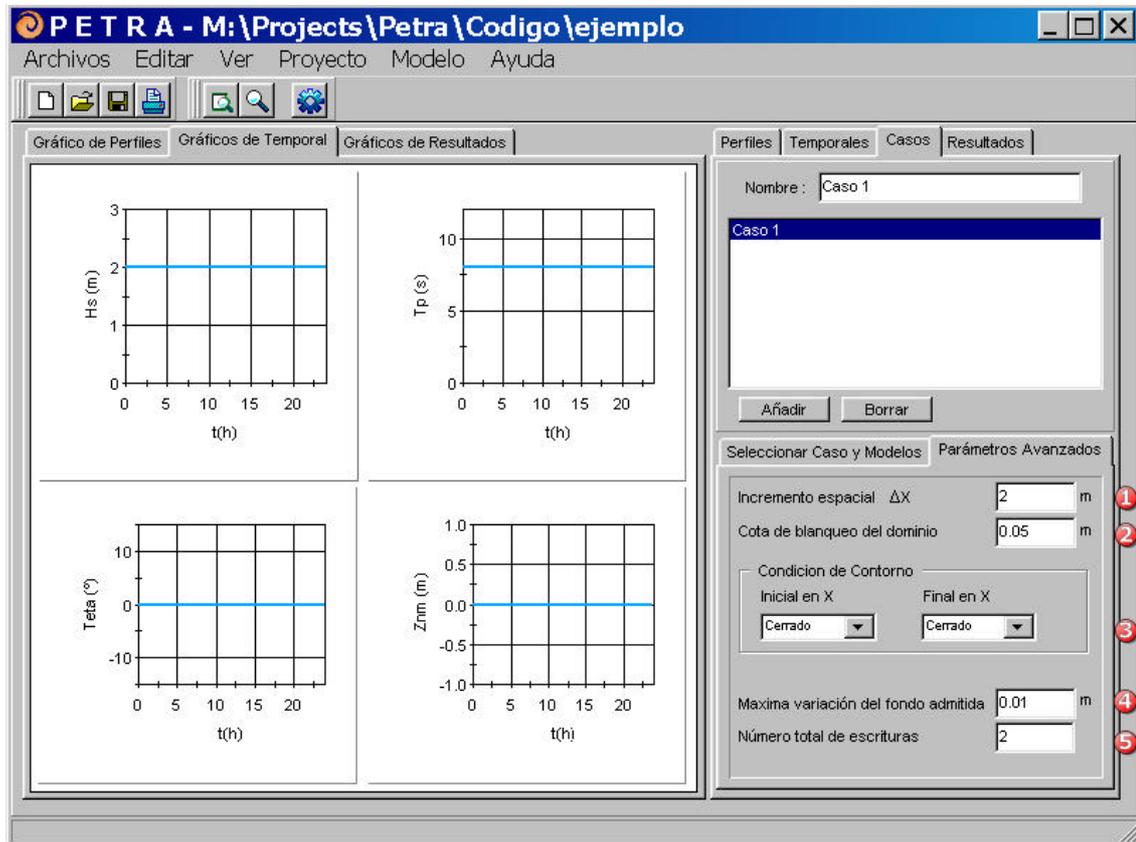
inferior con sus características: perfil, temporal y tipo de modelo de propagación de oleaje y de *undertow* (Figura 4.11).



- ① Definición del caso por perfil y temporal elegido
- ② Selección del modelo de disipación de oleaje
- ③ Selección del modelo de undertow

Figura 4.11

En la subpágina *Casos/Parámetros avanzados* (Figura 4.12) se describen los parámetros de ejecución del modelo numérico, las condiciones de contorno y los parámetros de estabilidad numérica. Se recomienda dejar los parámetros que vienen por defecto en esta página (cota de blanqueo del dominio, incremento espacial y máxima variación del fondo admitida) . En la parte inferior de la página existe un campo que nos va a definir el número total de escrituras intermedias que se desean en la simulación. Así, si el número de escrituras intermedias es 3 y la duración del temporal es de 24 horas, tendríamos escritura cada 8 horas.



- 1 Incremento espacial
- 2 Cota de blanqueo de dominio
- 3 Condiciones de contorno
- 4 Parámetro de estabilidad numérica
- 5 Número total de escrituras durante la simulación

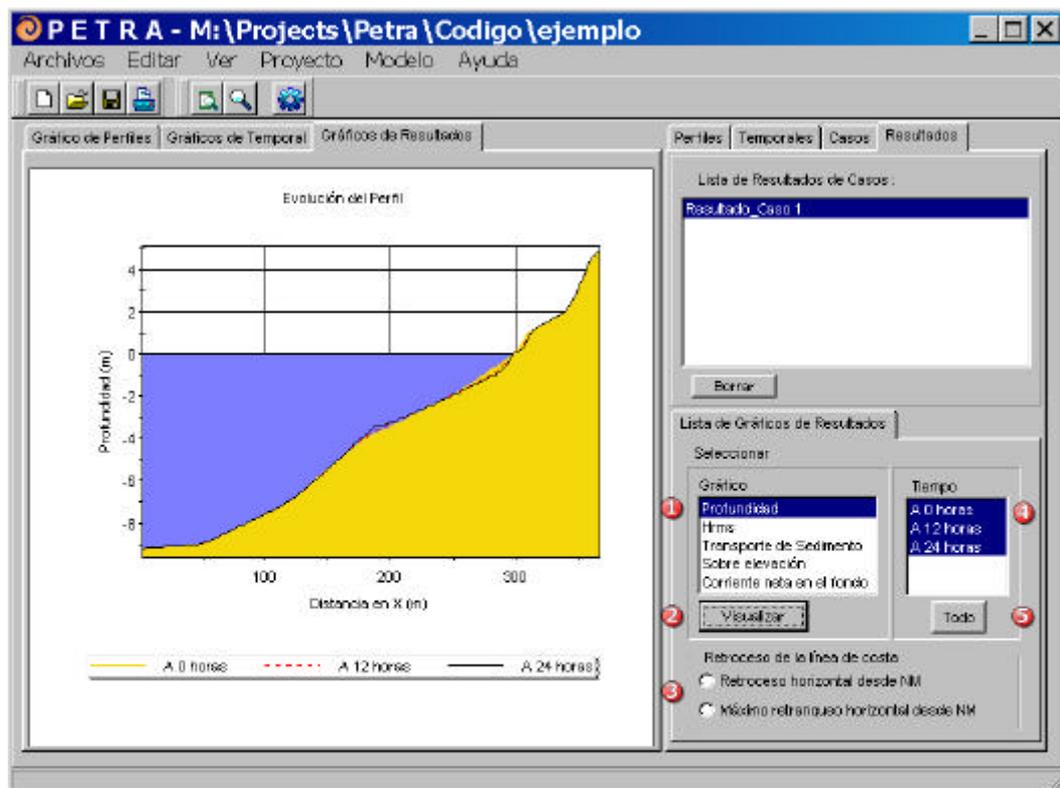
Figura 4.12

4.4.4. Resultados

En la página *Resultados* se pueden consultar datos de salida de las simulaciones correspondientes a cada caso. Los datos de salida del modelo numérico son los siguientes:

- profundidad (evolución de la batimetría);
- altura de ola;
- caudal de transporte de sedimento;
- variación del nivel medio;
- corriente neta en el fondo;
- retroceso de la línea de costa.

La interfaz gráfica ofrece la posibilidad de ver cada una de estas magnitudes en cada escritura. Este aspecto es interesante, por ejemplo, para observar la erosión del frente de una playa y el consiguiente movimiento de material hacia zonas más profundas formando normalmente barras. En la figura 4.13 se muestra una imagen con las posibilidades de representación gráfica que ofrece Petra.



- ① Selección del gráfico
- ② Acción de visualizar el gráfico
- ③ Selección de gráfico de retroceso de la línea de costa
- ④ Instantes a representar de la simulación
- ⑤ Acción de seleccionar todos los instantes

Figura 4.13

4.4.5. Animación de la simulación

Con la ejecución del modelo (botón ) se abre una ventana con la animación de la simulación. El archivo de video de la animación en formato AVI puede encontrarse en un subdirectorío de instalación de Petra. Así, si el directorio de instalación del Petra es “c:/Archivos de Programa/SMC/Petra” las animaciones están en “c:/Archivos de Programa/SMC/Petra/Dos/Animcaso”. En la figura 4.14 se muestra un instante de la animación con:

- la evolución de la altura de ola;
- la variación del nivel medio;
- la evolución morfológica del lecho;
- la variación positiva o negativa del fondo respecto a la batimetría inicial (acumulación en rojo y erosión en azul);
- retroceso de la línea de costa.

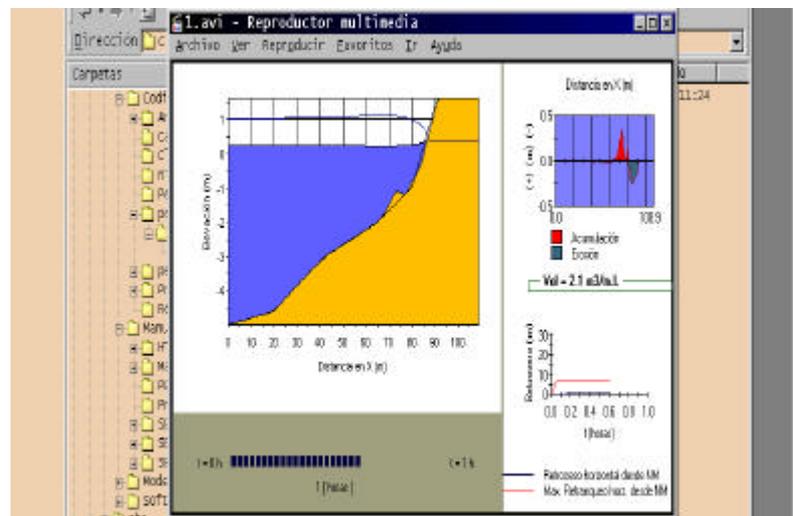


Figura 4.14

CAPÍTULO 5

APLICACIÓN DEL PETRA



5. APLICACIÓN DEL PETRA

5.1 Objetivo

El objetivo de este capítulo es conocer y manejar los diferentes elementos de la interfaz gráfica del Petra a través de diversos ejemplos prácticos. Se van a manejar las siguientes herramientas:

- Crear perfiles con el editor de perfiles.
- Lectura de perfiles por fichero.
- Generar un proyecto.
- Definición de temporales.
- Crear casos como combinación de un perfil y un temporal.
- Ejecución del modelo.
- Visualizar resultados.
- Imprimir resultados.

5.2 Casos de estudio

Se presentan dos aplicaciones del modelo. En el primer ejemplo se va a mostrar un sencillo caso sobre un perfil teórico de pendiente uniforme. Posteriormente, y sobre la playa de La Concha, en Suances (Cantabria) se va a realizar una práctica creando un proyecto con perfiles obtenidos a partir del Sistema de Modelado Costero (ver Manual del Usuario del SMC).

5.3 Aplicación I: perfil teórico de pendiente uniforme

Una playa de batimetría recta y paralela de pendiente uniforme 1/20 hasta la -6 m y pendiente 1/50 hasta la -10 está sometida a las siguientes dinámicas (medidas a 10 m de profundidad):



A. Temporal de 12 horas de duración con

- Estado de mar constante
- Altura de ola significativa: 2 m
- Período de pico: 10 s
- Ángulo de incidencia respecto a la normal a la playa: 30°
- Marea meteorológica: 0.20 m
- Carrera de marea = 0 m

B. Temporal de 18 horas de duración con

- Dos tramos de 9 horas (2 estados de mar definiendo los quiebros en t_0 , t_9 y t_{18})
- Altura de ola significativa: en t_0 , 1 m, en t_9 , 2.5 m y 1.5 m en t_{18}
- Período de pico: en t_0 , 14 s, en t_9 , 10 s y 10 s en t_{18}
- Ángulo de incidencia respecto a la normal a la playa: 20° durante todo el temporal.
- Marea meteorológica: en t_0 , 0 m, en t_9 , 0.4 m y 0.2 m en t_{18}
- Carrera de marea: 2.5 m
- Inicio de la simulación en media marea bajando.

Las características del sedimento son:

- $D_{50} = 0.25$ mm
- Densidad = 2650 kg/m³
- Ángulo de rozamiento interno = 30°
- Ángulo de rozamiento tras avalancha = 18°
- Porosidad = 0.45

Las características del agua son:

- Densidad = 1025 kg/m³
- Temperatura = 25 °C

En la figura 5.1 se muestra un croquis del perfil teórico. El nivel de referencia de la topografía se ha elegido a partir de la intersección de la línea de costa con el nivel medio del mar en reposo. La pendiente del frente de playa es 1/10 y el límite superior de playa seca se ha fijado en la cota +6.

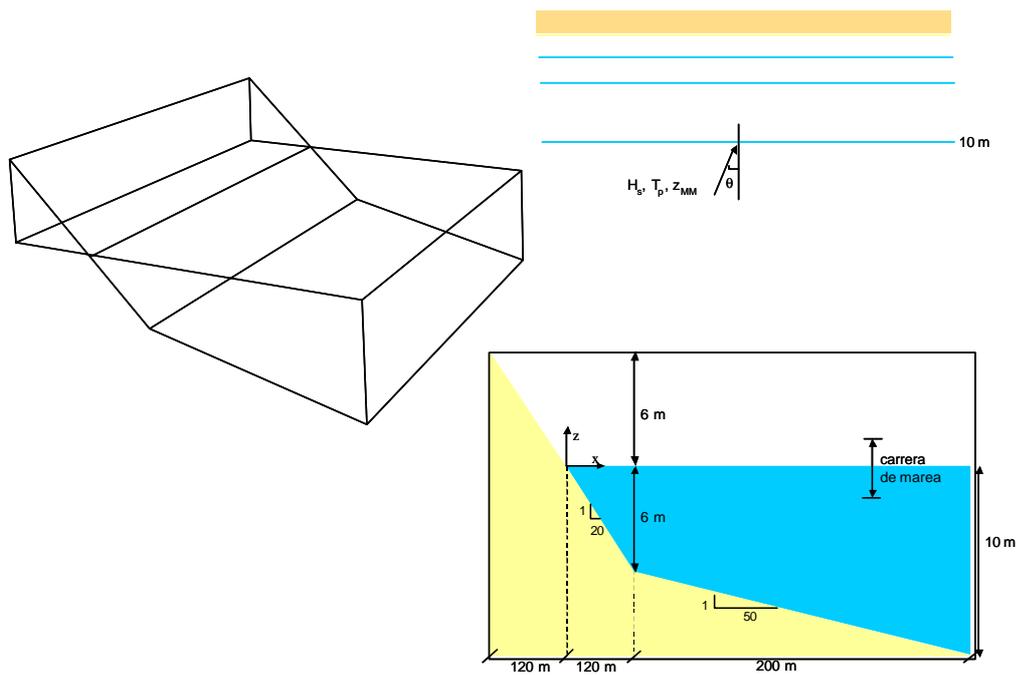


Figura 5.1

5.3.1. Abrir el programa Petra

El programa Petra puede abrirse de tres formas distintas:

- Seleccionando “Corto plazo/Perfil(Petra)” en la barra de menús de SMC (ver figura 5.2);
- Ejecutando el fichero “Petra.exe” en el directorio de instalación del Petra;

- Seleccionando el icono del Petra,  a partir del menú Inicio/Programas/Petra del sistema Windows.

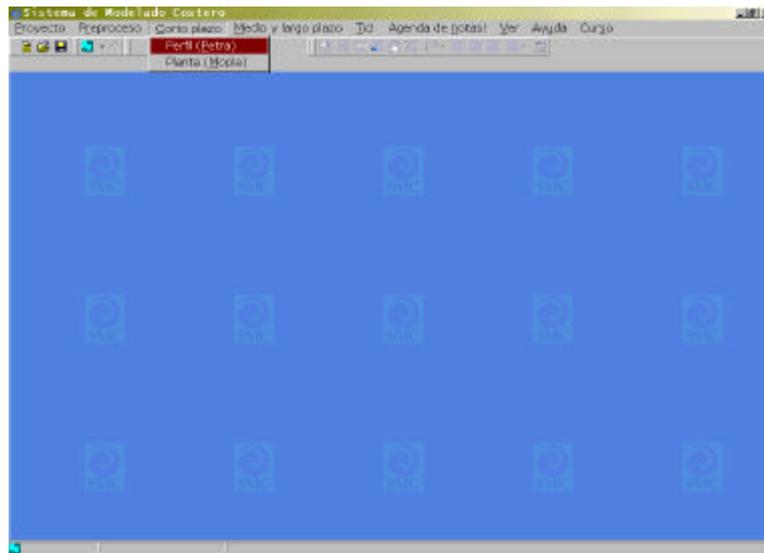


Figura 5.2

Al abrir el programa se debe activar una página como la que se muestra en la figura 5.3. Una vez abierto el programa existen dos posibilidades:

- abrir un proyecto existente;
- crear un proyecto.

Si se desea crear un proyecto nuevo (nuestro caso) lo primero que hay que hacer es definir el primer perfil del proyecto. Para ello, se pulsa el botón situado a la izquierda de la barra de botones (“Nuevo proyecto”).

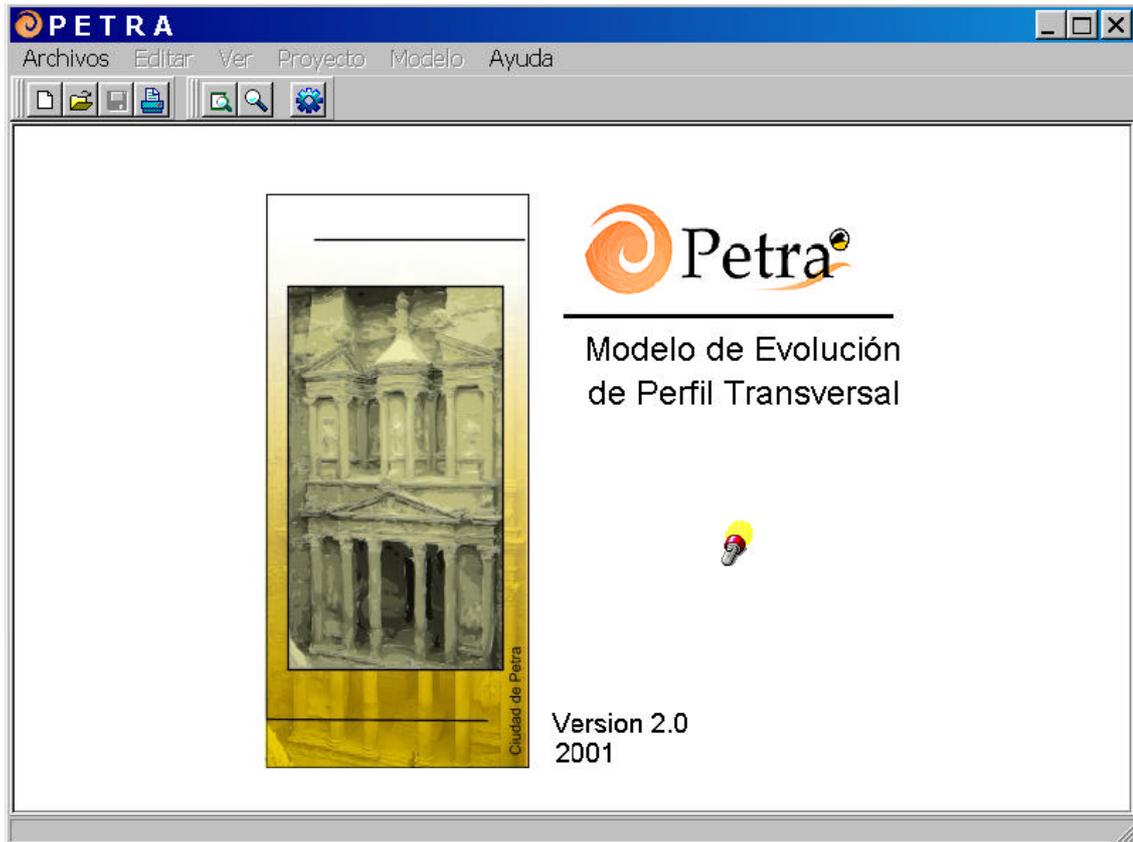


Figura 5.3

5.3.2. Crear un perfil con el editor

Al seleccionar “Nuevo proyecto” se activa la página de *Perfiles* en el área central derecha de la pantalla. Para definir un perfil se debe pulsar “Añadir”. Con esta acción el programa define unos valores por defecto de los parámetros del medio físico y un perfil con el nombre “Perfiles1” que cambiaremos al nombre “Aplicación I”. Al seleccionar la subpágina *Perfiles/Prf. Entrada* se activa el editor de perfiles. Utilizando las herramientas del editor (añadir filas y actualizar) se define el perfil objeto de estudio con el sistema de referencia escogido en la figura 5.1. Así, el editor de perfiles debería tener el siguiente aspecto (figura 5.4):

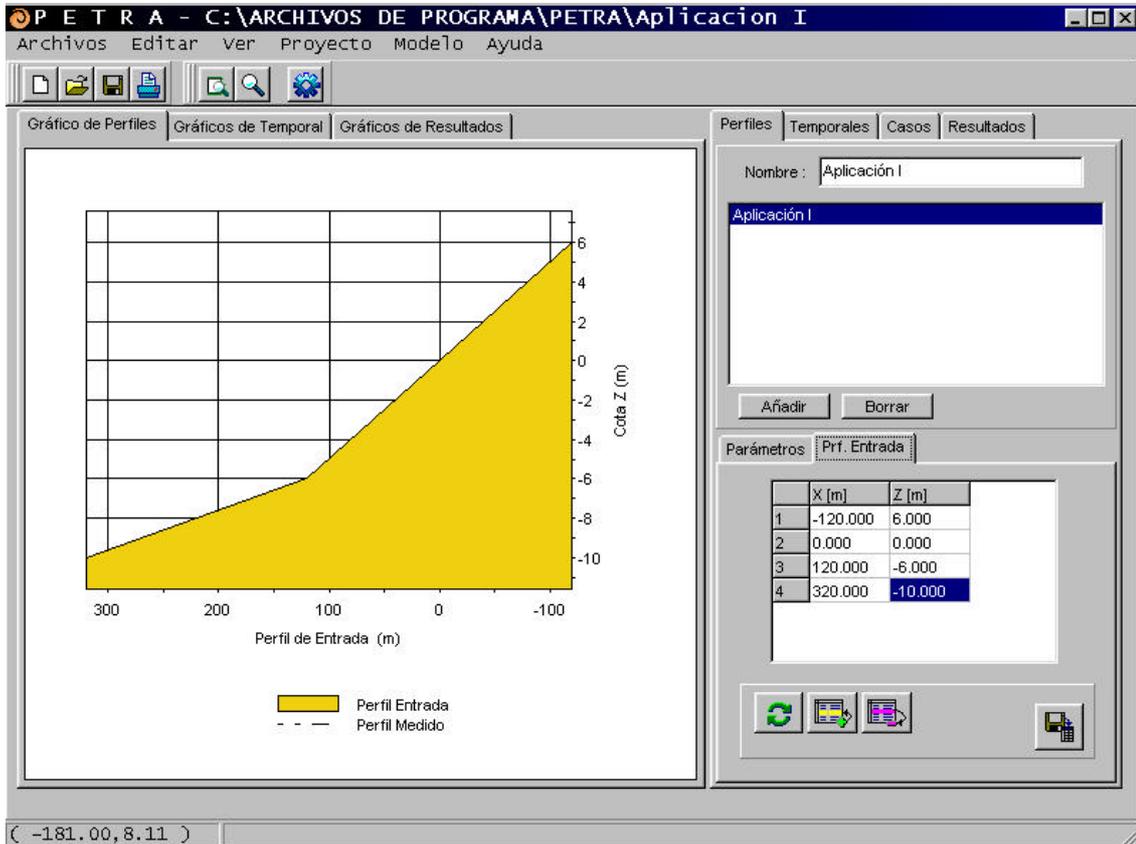


Figura 5.4

Una vez definido el perfil vamos a modificar el valor de los parámetros del medio físico seleccionando la subpágina *Perfiles/Parámetros*. El aspecto que debería tener la página al rellenar los campos con las características del sedimento y del agua se muestra en la imagen de la figura 5.5.



Figura 5.5

5.3.3. Crear un proyecto nuevo

Una vez definido el perfil y los parámetros físicos se debe guardar toda la información en un proyecto nuevo, el cual va a permitir gestionar todos los elementos que se creen. Las acciones a realizar se muestran en la figura 5.6:

- (A) Se debe pulsar en la barra de botones “Grabar proyecto”. Aparece una ventana para seleccionar el directorio que va a contener todas las características del proyecto.
- (B) Se selecciona el directorio donde se desea instalar el proyecto.
- (C) Se escribe el nombre del directorio, el cual coincide con el nombre del proyecto y se pulsa aceptar (OK).

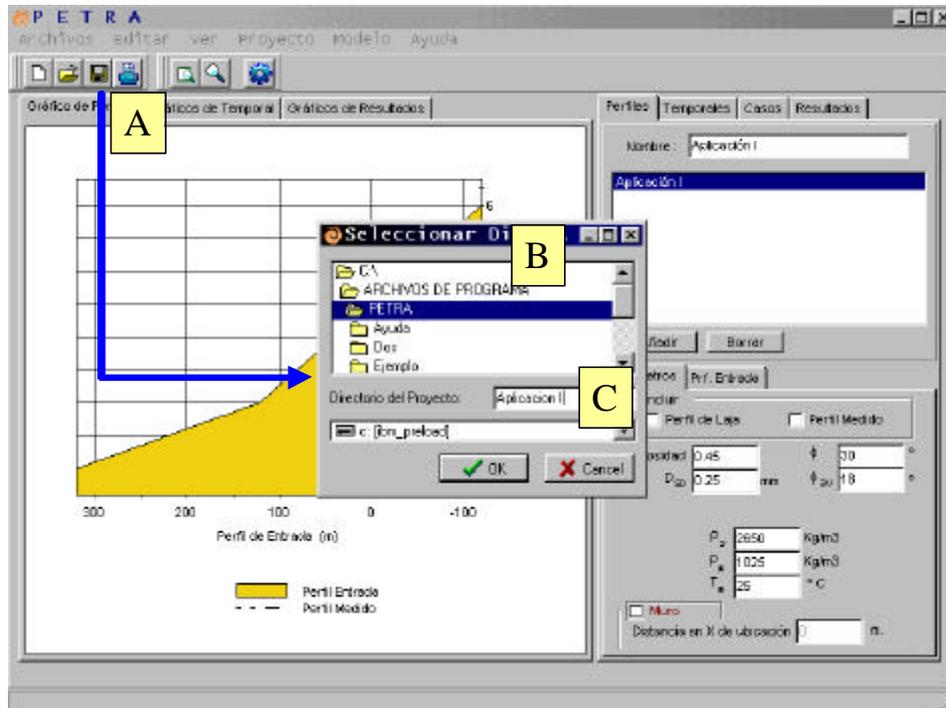


Figura 5.6

5.3.4. Definición de temporales

Se selecciona la página *Temporales* y se pulsa el botón “Añadir” para crear un temporal. De la misma manera que en *Perfiles* se van rellenando todos los campos nombrando a los temporales “Temporal A” y “Temporal B”.

En las figuras 5.7 y 5.8 se muestran dos imágenes con el aspecto que deben tener los dos temporales que hemos definido. Un aspecto importante en el editor de temporales es que al finalizar de rellenar los campos se debe pulsar el botón “Actualizar cambios” situado en la parte inferior. Cabe señalar que, al definirse los estados de mar al comienzo y al final del mismo, el estado de mar único del “Temporal A” se define en $t = 0$ y $t = 12$ h. Por otro lado, el “Temporal B”, se define en $t = 0$, $t = 9$ y $t = 18$ h por lo cual en la subpágina *Temporales/Parámetro* aparece como 2 estados de mar.

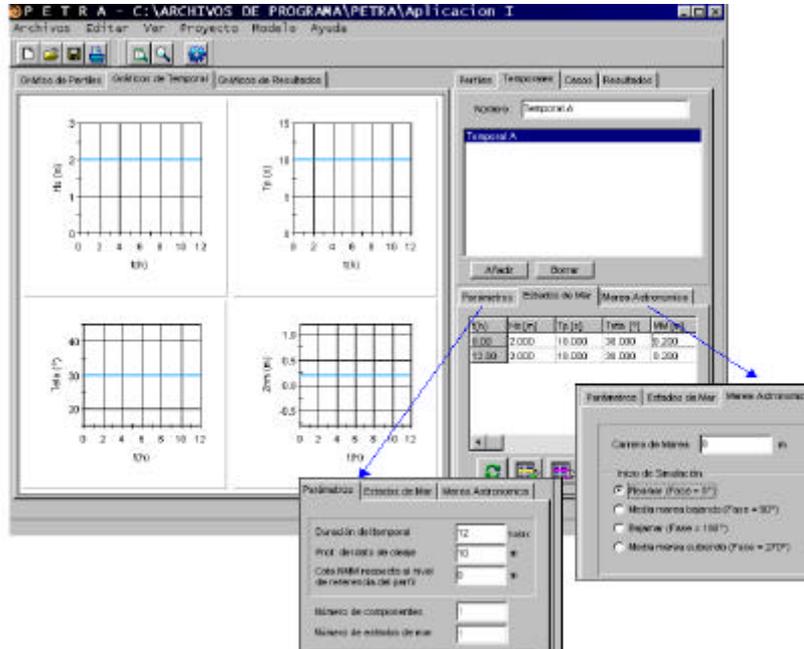


Figura 5.7

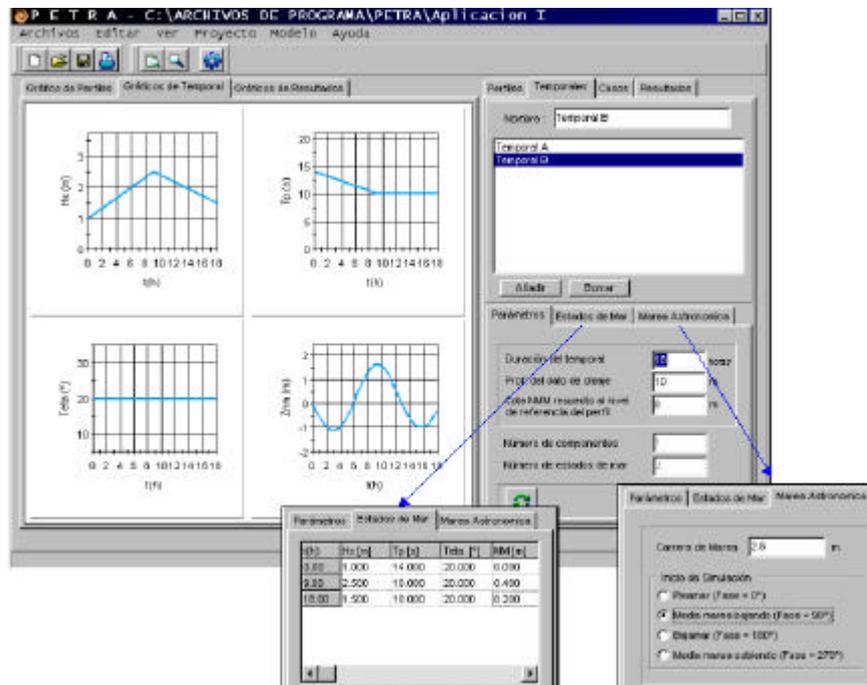


Figura 5.8



5.3.5. Definición de casos

Los casos se definen combinando los perfiles y los temporales disponibles en el proyecto. Así, tras seleccionar la página *Casos* se van a crear dos casos, “Caso A” y “Caso B” correspondientes a la combinación del perfil con el “Temporal A” y con el “Temporal B”, respectivamente. Para guardar los casos en el proyecto o salvar cambios que se hayan hecho se debe pulsar “Guardar proyecto” en la barra de botones. En la figura 5.9 se muestra una imagen de la página *Casos* después de definir los dos casos.



Figura 5.9

Los modelos utilizados, Thornton y Guza (1983) para oleaje y De Vriend y Stive (1987) para *undertow* son los recomendados en la versión 2 del Petra. Por otro lado, se sugiere unos valores para los parámetros avanzados que, en principio, no deben modificarse.



5.3.6. Ejecución de los casos

Los casos se ejecutan pulsando en la barra de botones la rueda dentada (ver figura 5.10). Al pulsar este botón (A), se abre una ventana con todos los casos posibles. Se pueden seleccionar uno, varios o todos de la misma manera que se seleccionan archivos en el explorador del sistema Windows (B).

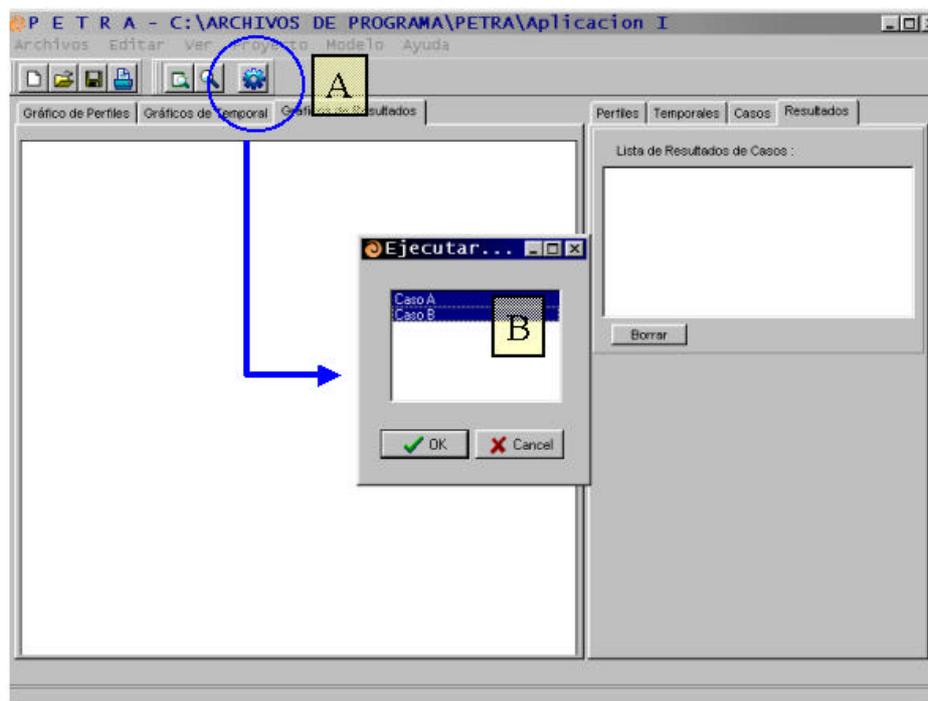


Figura 5.10

Al pulsar el botón “OK” de la ventana *Ejecutar..* se inicia el modelo numérico del Petra y la animación gráfica que apoya la simulación. En la figura 5.11 se muestra una imagen en un instante determinado de la ejecución del “Caso A”. La animación tiene 4 partes diferenciadas:

- (A). Evolución de la altura de ola, nivel medio y batimetría. Este gráfico es muy útil para observar la erosión en el frente de playa y la migración de las barras.



- (B). Barra de estado temporal. Da información del estado de cada ejecución.
- (C). Altura y volumen de erosión / acumulación. Informa acerca de la cantidad de sedimento erosionado o acumulado en la simulación del perfil.
- (D). Retroceso de la línea de costa. Se ofrecen dos gráficos: (1) retroceso horizontal desde el nivel medio y (2) máximo retranqueo horizontal desde el nivel medio.

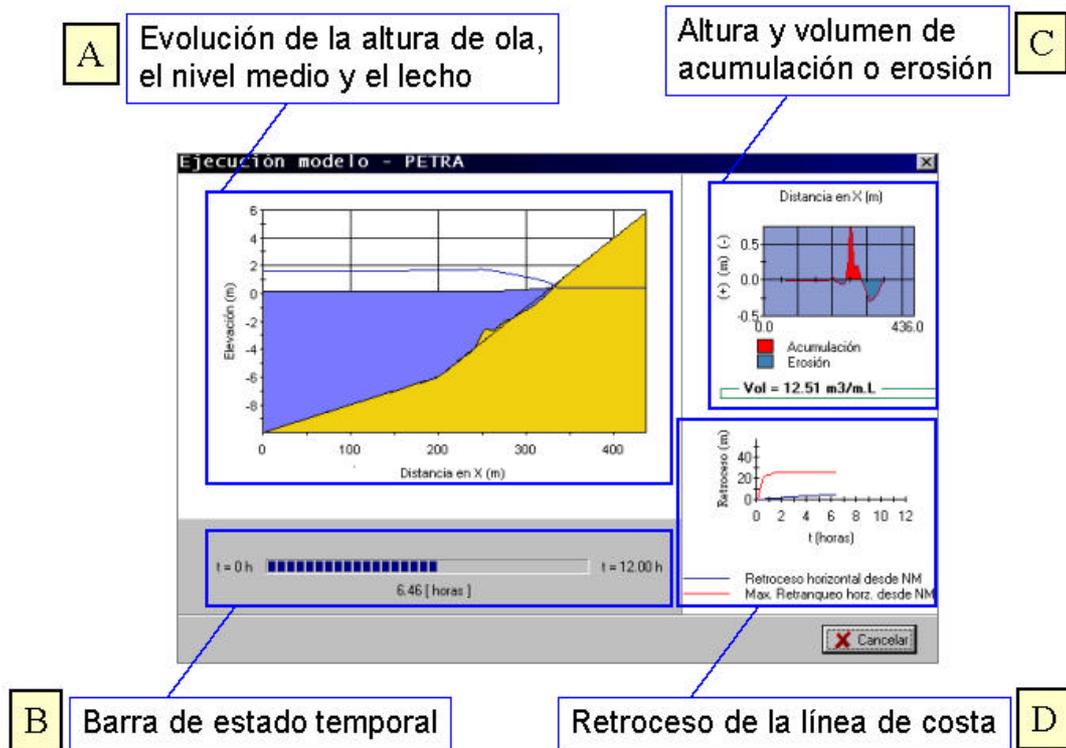


Figura 5.11

Al finalizar las ejecuciones se almacena cada animación en un fichero de formato AVI que puede localizarse en un subdirectorio del programa Petra. En la figura 5.12 se muestra la localización de los ficheros de las animaciones en el explorador de ficheros del sistema Windows. Se puede ver las animaciones abriendo cada fichero si se dispone de un programa reproductor de archivos AVI.



Figura 5.12

5.3.7. Visualizar resultados

Al seleccionar la página *Resultados* se observa los posibles gráficos que se pueden representar:

- evolución espacial de altura de ola, corrientes de retorno, sobreelevación del nivel medio, transporte de sedimento y batimetría o profundidad;
- evolución temporal del retroceso horizontal desde el nivel medio y del máximo retranqueo horizontal desde el nivel medio.

Las evoluciones espaciales se representan en los instantes definidos en la subpágina *Casos/Parámetros avanzados* (Número total de escrituras por defecto = 2). Así, para una duración del temporal de 12 horas, se ofrecen resultados en



$t = 0$ h, $t = 6$ h y $t = 12$ h. Para seleccionar los tres instantes, 0, 6 y 12 h se debe pulsar el botón “Todo”. Para representar cada elemento se debe seleccionar el gráfico y posteriormente pulsar el botón “Visualizar”.

A modo de ejemplo en las figuras 5.13, 5.14 y 5.15 se muestra la imagen de la evolución de la altura de ola significativa, el transporte de sedimentos y la batimetría para el “Caso B”.

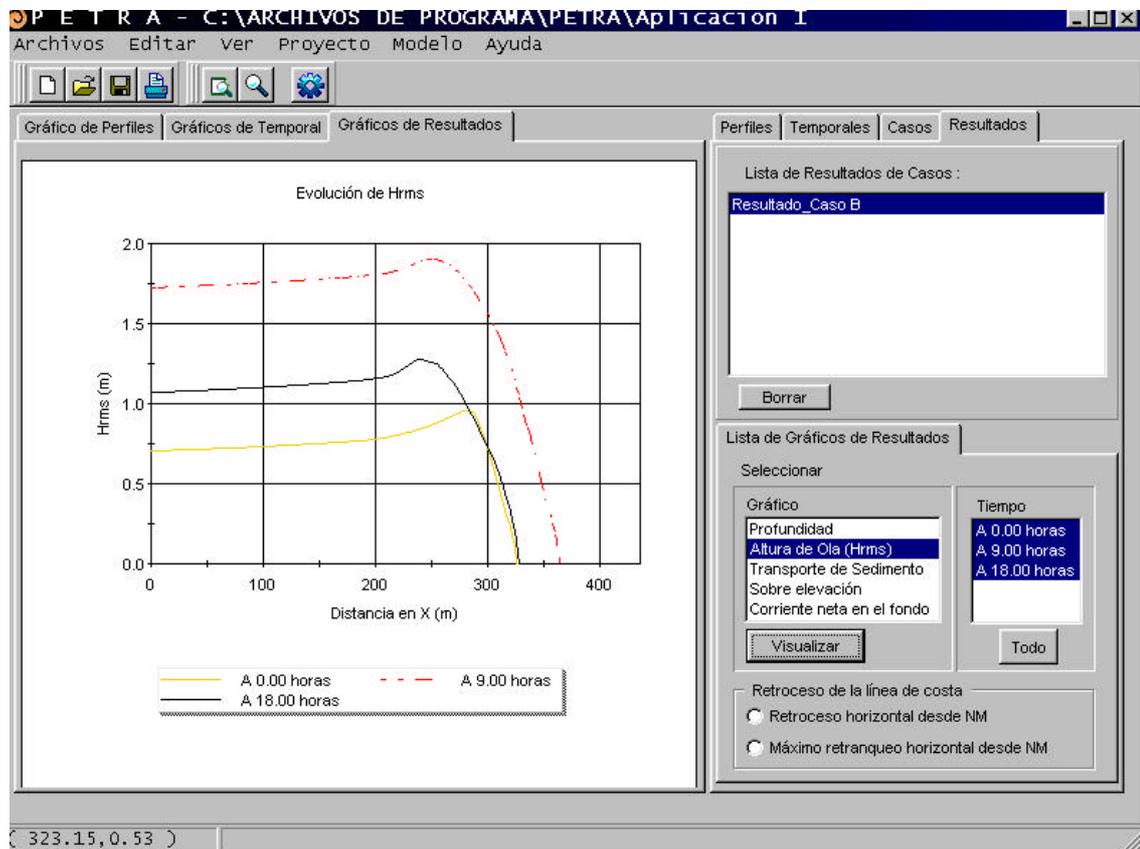


Figura 5.13

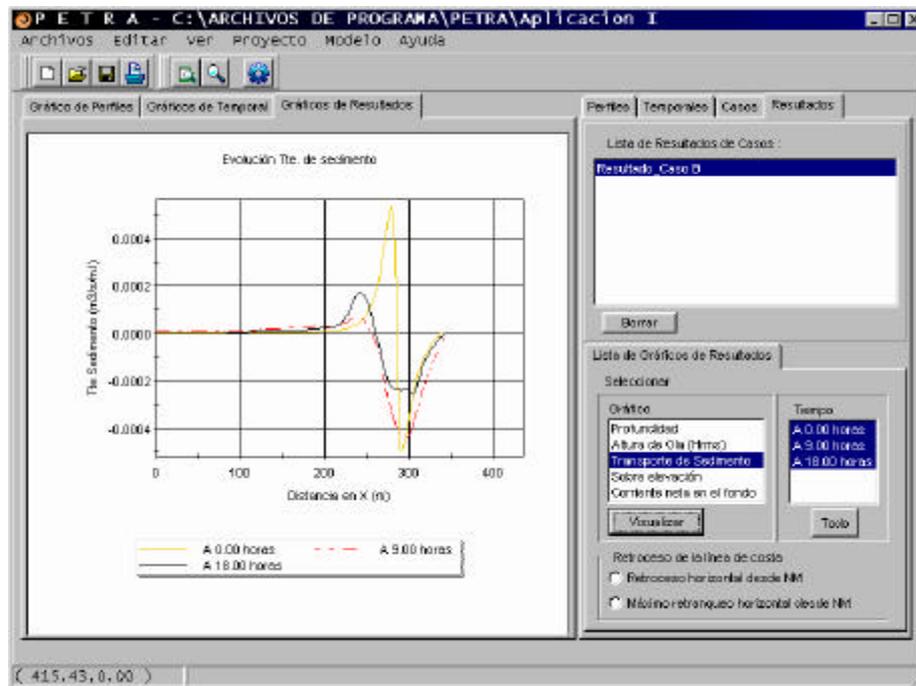


Figura 5.14

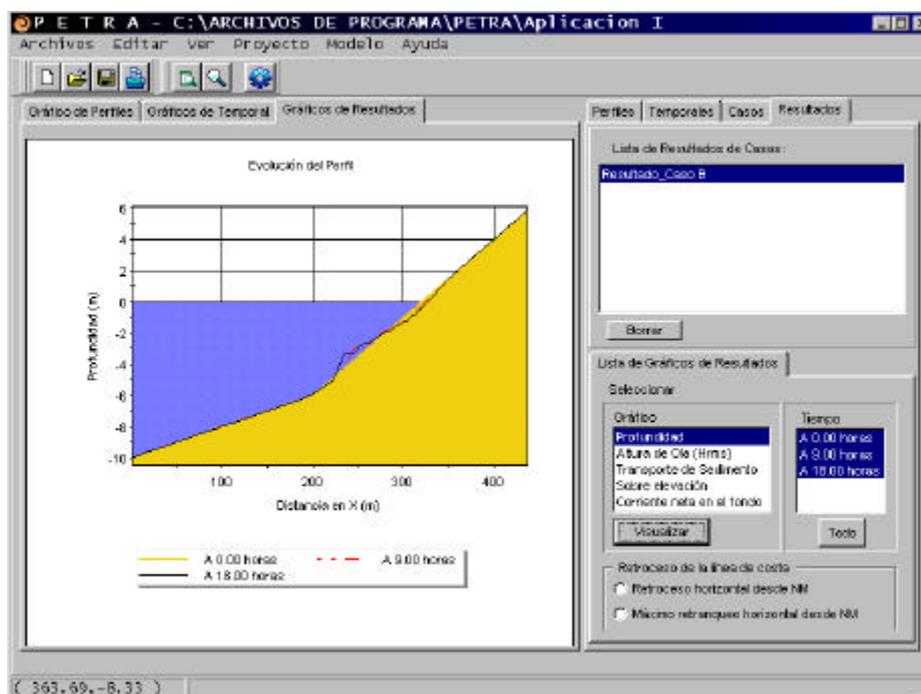


Figura 5.15



Como puede observarse en la figura 5.13, las tres evoluciones de altura de ola son completamente distintas debido a:

- la altura de ola significativa es variable a lo largo del temporal, tal y como se definió el “Temporal B”;
- el nivel medio sobre el que se propagan las olas varía (debido a la marea astronómica, meteorológica y a la variación del nivel medio);
- el lecho varía a lo largo del tiempo modificando las características del oleaje en su propagación. Nótese, por ejemplo, el fuerte asomeramiento que se produce a las 18 h debido a la formación de la barra.

Debido a que el forzamiento (altura de ola) es variable a lo largo del tiempo, también lo es el caudal de transporte de sedimentos como se refleja en la figura 5.14. La evolución morfológica, representada en la figura 5.15, muestra los sucesivos estados erosivos del frente de playa y la acumulación de sedimento en la parte sumergida del perfil formando una barra. Nótese, la “división” que realiza el temporal al perfil de playa: un perfil de asomeramiento hasta la cresta de la barra y, posteriormente, un marcado perfil de rotura.

El otro tipo de gráficos que se puede representar es el de retroceso de la línea de costa. En la figura 5.16 se muestra una imagen con el retroceso de la línea de costa medido en horizontal desde el nivel medio. Obsérvese que la variación más rápida del retroceso se produce cuando la dinámica es más activa (entre las 7 y las 11 h se produce el pico del temporal y el repunte de pleamar).

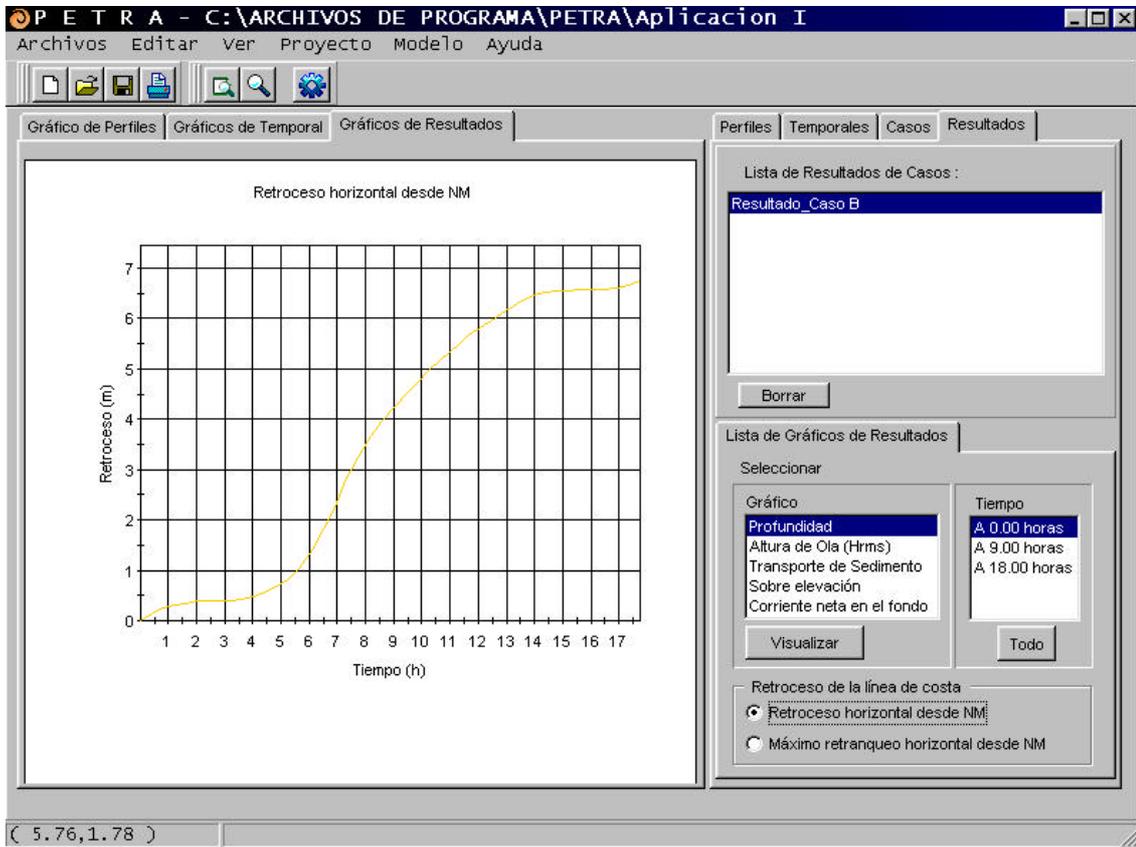


Figura 5.16

5.3.8. Imprimir resultados

Existen dos opciones para imprimir resultados. Por un lado, se puede imprimir desde la barra de botones (a la impresora predeterminada por el sistema Windows) y por otro lado, se puede seleccionar en la barra de menús “Archivos/Impresora” y modificar la impresora. Al imprimir se va a obtener, sobre una hoja de tamaño A4 una ficha con las siguientes características:

- Nombre del proyecto
- Caso
- Perfil seleccionado con las propiedades del sedimento y del agua



- Temporal
- Tipo de modelo de disipación de energía del oleaje y de *undertow*.
- Gráfico de perfil inicial.
- Gráfico de la evolución a lo largo del tiempo del temporal.
- Gráfico del elemento seleccionado en la página *Resultados*:
 - Altura de ola.
 - Corrientes de retorno.
 - Variación del nivel medio.
 - Transporte de sedimentos.
 - Evolución del perfil, profundidad, fondo o batimetría.
 - Retroceso de la línea de costa (desde el NM o máximo retranqueo).

En la figura 5.17 se muestra, a modo de ejemplo, el gráfico impreso correspondiente al “Caso B” con la evolución del perfil.

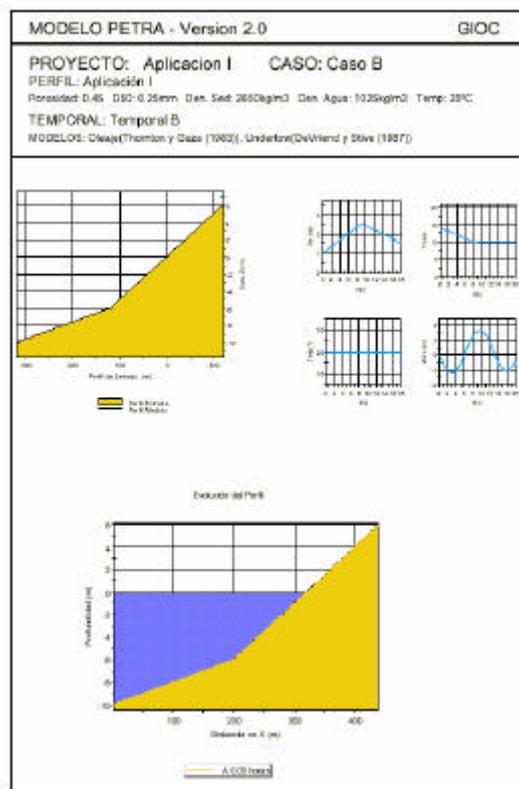


Figura 5.17



5.3.9. Copiar elementos

Petra ofrece la posibilidad de copiar la imagen del gráfico activo en las páginas de gráficos y exportarla a otros programas como, por ejemplo, un procesador de textos. Se debe seleccionar “Edición/Copiar” en la barra de menús para obtener dicha copia.

5.4 Aplicación II: playa de La Concha, Suances (Cantabria)

Se va a realizar una simulación de un perfil de playa en la playa de La Concha, situada en la villa de Suances (Cantabria). La playa, abierta al NNE, tiene un tamaño medio de sedimento de $D_{50} = 0.20$ mm, densidad = 2650 kg/m^3 , porosidad = 0.5 y está protegida en su parte occidental por la punta del Torco. En la figura 5.18 se muestra una imagen de la playa de La Concha obtenida con el SMC (ver Manual del usuario del SMC). La línea de costa definida está situada en el paseo marítimo que bordea la playa.

A continuación se va a obtener el perfil que se va a simular y el temporal propagado a pie de perfil. Para ello se va a utilizar las herramientas del módulo de regeneración del terreno de SMC y el modelo de oleaje Oluca-MC del paquete Mopla-MC (ver manual del usuario del Mopla-MC).

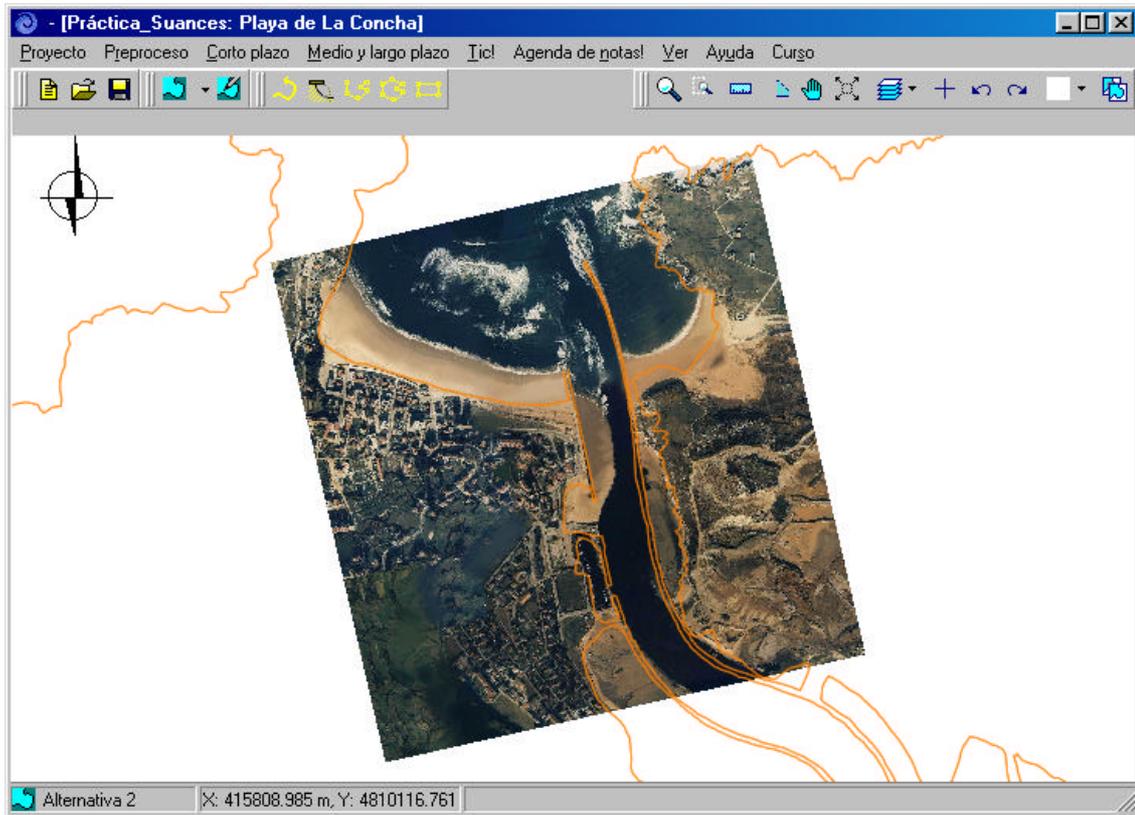


Figura 5.18

5.4.1. Obtención del perfil

Para la obtención del perfil que se va a simular se va a utilizar el ejemplo de aplicación del SMC sobre la playa de La Concha (ver ejemplo de aplicación en el manual del usuario del SMC). Así, una vez abierto el proyecto de la “Práctica_Suances” se va a definir el proyecto cuyos dos extremos tengan aproximadamente las siguientes coordenadas U.T.M.:

$$X_B = 416.010 \text{ m} \quad Y_B = 4.809.630 \text{ m}$$

$$X_C = 415.940 \text{ m} \quad Y_C = 4.810.191 \text{ m}$$

El proceso para definir el perfil se muestra en la imagen de la figura 5.19.

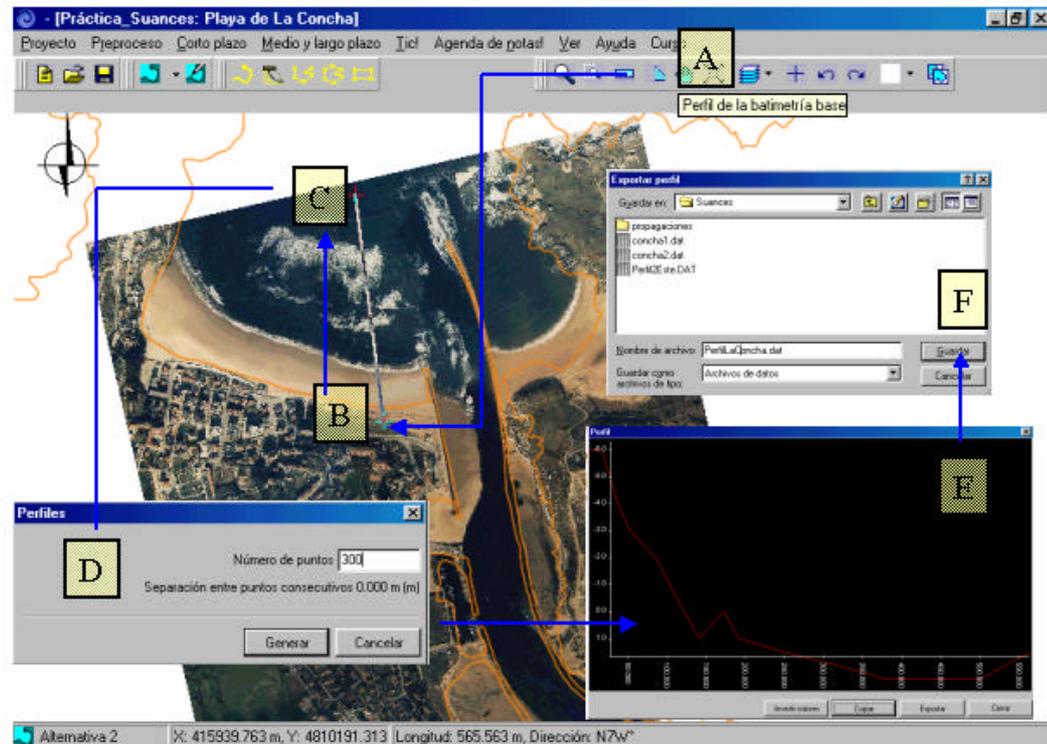


Figura 5.19

Primeramente, (A) se pulsa en la barra de botones de SMC el botón de “Crear perfil de la batimetría base”. Posteriormente, se define el punto de inicio del perfil (B) sobre la playa seca y el punto final (C), que va a coincidir con el contorno mar adentro. Después, aparece una ventana de diálogo donde (D) se define el número de puntos en que se desea discretizar el perfil (300). Finalmente, se pulsa “Aceptar” para que Surfer realice el corte sobre el terreno. Una vez creado el perfil, aparece una ventana con un gráfico del perfil, el cual puede exportarse a un fichero con el formato ASCII que utiliza Petra (E). Guárdese el fichero (F) con el nombre “perfilLaConcha.dat” en un directorio conocido.

5.4.2. Temporal de cálculo

El temporal elegido para la simulación morfodinámica tiene las siguientes características en profundidades indefinidas:



- estado de mar constante de 36 horas de duración;
- altura de ola significativa de 3 m;
- período de pico de 12 s;
- dirección del oleaje NNW;
- marea meteorológica de 0.10 m;
- carrera de marea de 4 m con inicio en pleamar.

Con el modelo Mopla se ha propagado este oleaje (utilizando Oluca-MC¹) hasta la playa². El sistema de mallas utilizado (malla exterior o de aproximación con el contorno superior en profundidades indefinidas y malla de detalle con la propagación sobre la playa) se muestra en la figura 5.20.

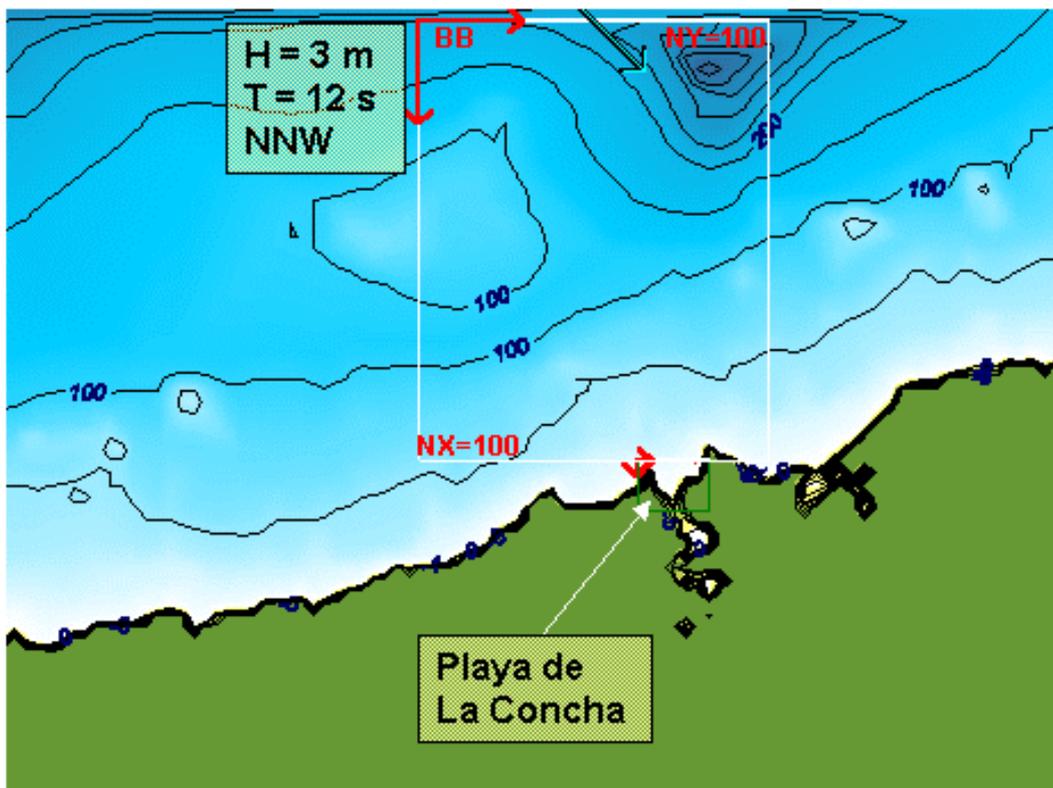


Figura 5.20

¹ Se admite que la propagación realizada con el modelo de oleaje monocromático Oluca-MC es válida para estimar H_s , T_p y θ

² Aunque la marea modifica la propagación del oleaje, se ha realizado tan solo una propagación con el nivel situado en el nivel medio de Suances. Esto es, 2.85 m sobre el nivel de referencia.



En las figuras 5.21 y 5.22 se muestran los resultados de las propagaciones en la malla de detalle (frentes de oleaje y líneas de isoaltura de ola). Como puede observarse, la refracción y el abrigo de la punta del Torco reducen, en la zona donde se ha definido el perfil la altura de ola a prácticamente la mitad de su valor. De dichas gráficas puede concluirse que las características del estado de mar a pie de perfil son $H_s = 2.5$ m, $T_p = 12$ s y $\theta = 6^\circ$ (respecto al eje del perfil).

Gráfico: Frentes

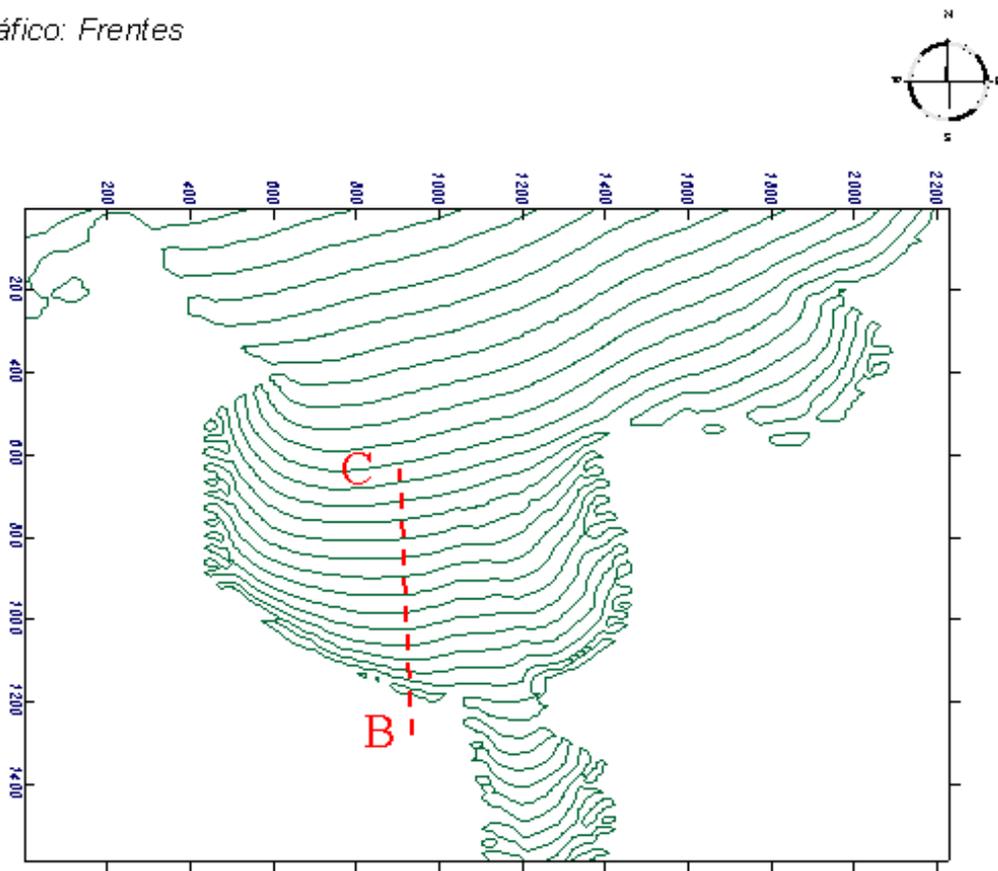


Figura 5.21



Gráfico: Altura de ola

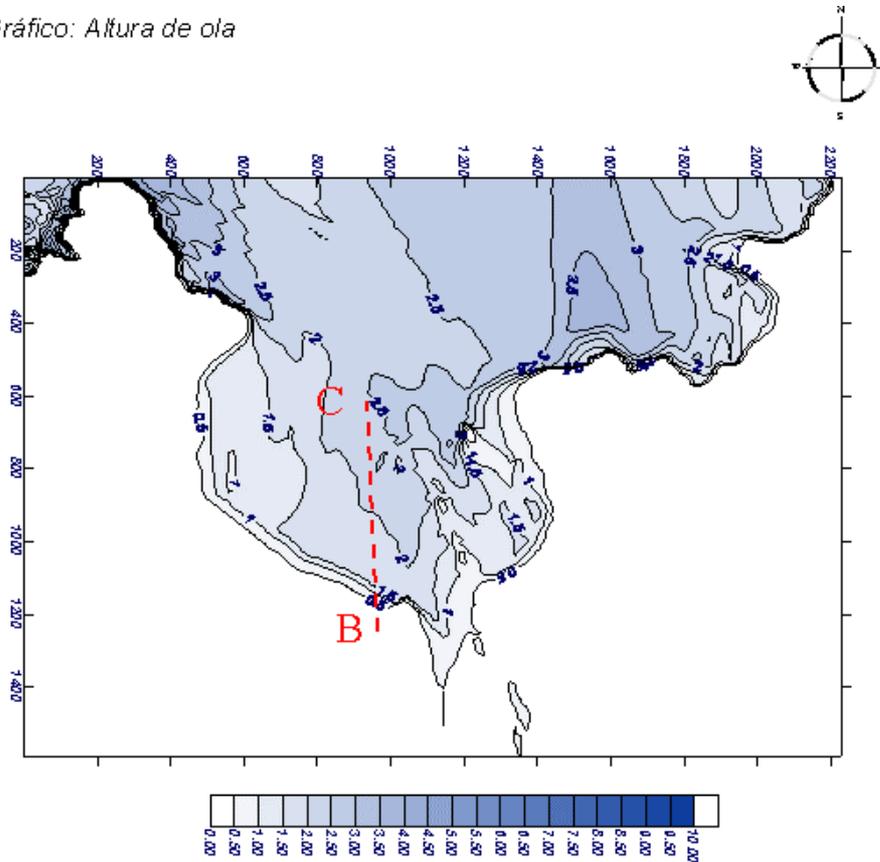


Figura 5.22

5.4.3. Simulación con Petra

Una vez conocidas la batimetría del perfil y las características del temporal a pie de perfil se puede proceder al cálculo de la evolución morfológica del perfil. Así, como en el ejemplo de la Aplicación I, lo primero al iniciar el Petra es definir el perfil. En este caso, el perfil se va a cargar desde fichero siguiendo los pasos recogidos en la figura 5.23.

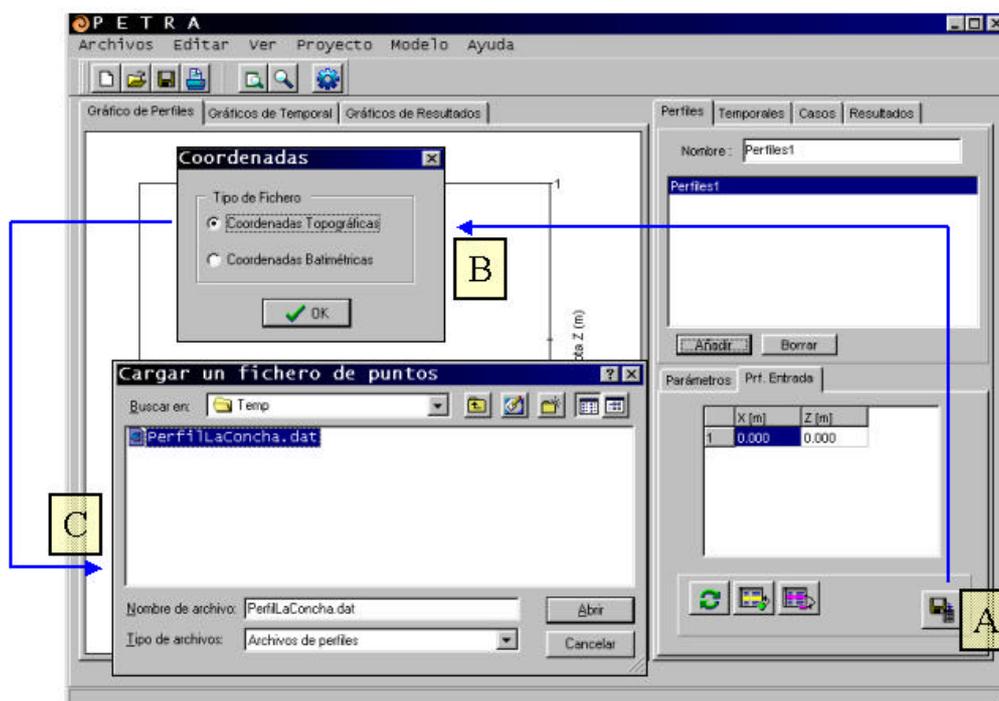


Figura 5.23

El proceso para definir los elementos de las páginas *Perfiles*, *Temporales* y *Casos* es el mismo que en la Aplicación I, si bien hay que tener en cuenta varios aspectos relativos al nivel de referencia y al paseo marítimo que existe en la playa de La Concha.

Nivel de referencia

Es importante señalar que el nivel de referencia del perfil está referido al cero de cada carta náutica, por lo que para referirlo al nivel medio del mar en Suances, hay que sumar 2.85 m. Por ello, en la página del Petra *Temporales*, en el campo “Cota NMM respecto al nivel...” hay que escribir 2.85.

Paseo marítimo

En el trasdós de la playa de La Concha existe un paseo marítimo. Para simular correctamente la evolución morfológica del perfil se debe colocar un muro. Para ello, en la página de *Perfiles* se debe activar la opción de “Muro” y rellenar el campo “Distancia en X de ubicación” con la coordenada horizontal del muro respecto al sistema de referencia del perfil “PerfilLaConcha.dat”. Así, en nuestro caso, $x = 0$ m.

Resultados

En la figura 5.24 se muestra la evolución morfológica obtenida con el Petra. Como puede observarse, se produce la erosión del frente de playa hasta la zona del paseo marítimo produciendo una erosión de más de 1 m en vertical. Además, en la parte sumergida del perfil se produce el desplazamiento y deformación de la barra.

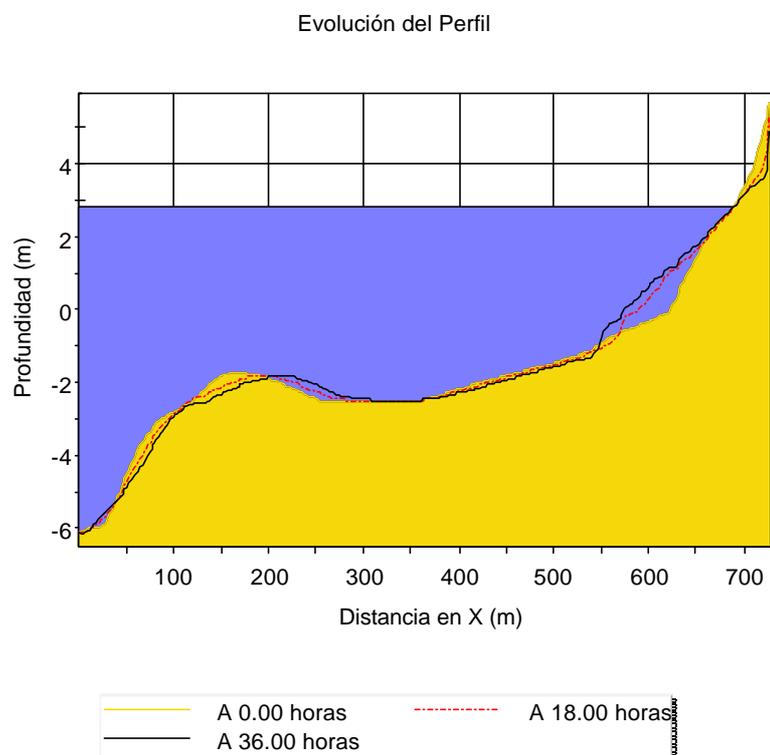


Figura 5.24