

**Modelización Matemática del flujo subterráneo del  
Jurásico carbonatado de la Unidad Hidrogeológica  
de Ubeda**

**Diciembre de 2001**

# INDICE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1.- <u>INTRODUCCIÓN</u></b>                    | <b>1</b>  |
| <b>2.- <u>DATOS DE ENTRADA</u></b>                | <b>2</b>  |
| 2.1.- DISCRETIZACIÓN, GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO..... | 2         |
| 1.2.- PARÁMETROS HIDRÁULICOS .....                | 8         |
| 1.3.- PIEZOMETRÍA .....                           | 9         |
| 1.4.- RECARGA Y CONDICIONES DE CONTORNO .....     | 10        |
| <b>2.- <u>CONDICIONES DE EJECUCIÓN</u></b>        | <b>13</b> |
| <b>3.- <u>RESULTADOS OBTENIDOS</u></b>            | <b>14</b> |
| <b>4.- <u>CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS</u></b> | <b>17</b> |

## **1.- INTRODUCCIÓN**

El presente informe es un primer avance de los trabajos de modelización del flujo subterráneo del acuífero carbonatado de la Depresión del Alto Guadalquivir.

En esta primera fase el modelo ha sido realizado en régimen permanente correspondiente a una situación no influenciada por bombeo. En este régimen se considera por tanto que la recarga procede únicamente de la infiltración de la lluvia útil sobre el acuífero y de la posible infiltración del agua del río.

El principal objetivo por el que se desarrolla este modelo (en Visual Modflow), es la posibilidad de disponer de una herramienta para el estudio del flujo subterráneo del acuífero que permita obtener unos parámetros hidrogeológicos acordes a la geometría y balance hídrico disponible. Una vez calibrado, el modelo permitirá plantear distintas alternativas de simulación que serán especialmente interesantes en su desarrollo transitorio.

## **2.- DATOS DE ENTRADA**

### **2.1.- DISCRETIZACIÓN, GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO**

El acuífero ha sido discretizado con una malla de celdas de 1 km<sup>2</sup> entre las coordenadas UTM (en metros) siguientes: X<sub>mín</sub>=450.000; X<sub>máx</sub>=510.000; Y<sub>mín</sub>=4.200.000; Y<sub>máx</sub>=4.240.000. El total de celdas que componen el modelo es de 2400 (60 columnas x 40 filas).

Se han considerado dos capas que representan el acuífero en los sectores libre y confinado. Así pues existen tres superficies: Topografía, Muro Capa 1 y Muro Capa 2. Los datos de las mismas han sido introducidas en un fichero Excel con referencia a los centros de celdas. En este fichero los datos se estructuran en columnas y en formato matricial lo cual facilita posibles modificaciones geométricas posteriores.

- 1) La topografía ha sido obtenida a partir del Mapa Militar de España a escala 1:100.000 con lectura en todo el dominio discretizado.
- 2) Muro Capa 1: En el sector situado fuera del acuífero y sector libre se ha considerado que está 1 m por debajo de la topografía. En el sector confinado corresponde al muro de las margas del Mioceno cuya información procede del estudio hidrogeológico de partida.
- 3) Muro Capa 3: En el sector situado fuera del acuífero se ha considerado que está 1 m por debajo del muro de la capa 1. En el sector libre y confinado del acuífero se ha tomado con un espesor constante de 100 m por debajo del muro de la capa 1. Otras alternativas simuladas como la consideración del muro de la capa 1 con los espesores mínimos que se presentan en el estudio hidrogeológico han provocado inestabilidades numéricas del modelo que han impedido la convergencia; en cualquier caso esto será objeto de revisión en una fase posterior.

La capa 1 (sector acuífero libre) tiene 239 celdas activas (239 km<sup>2</sup>) y la capa 2 un total de 866 celdas (866 km<sup>2</sup>) de las cuales 627 están estrictamente en la parte confinada.

Las figuras 1 a 3 muestra la distribución en planta de la capas 1 y 2 así como cortes por las filas y columnas que se indican.

Figura 1.- Discretización y Planta de la Capa 1.

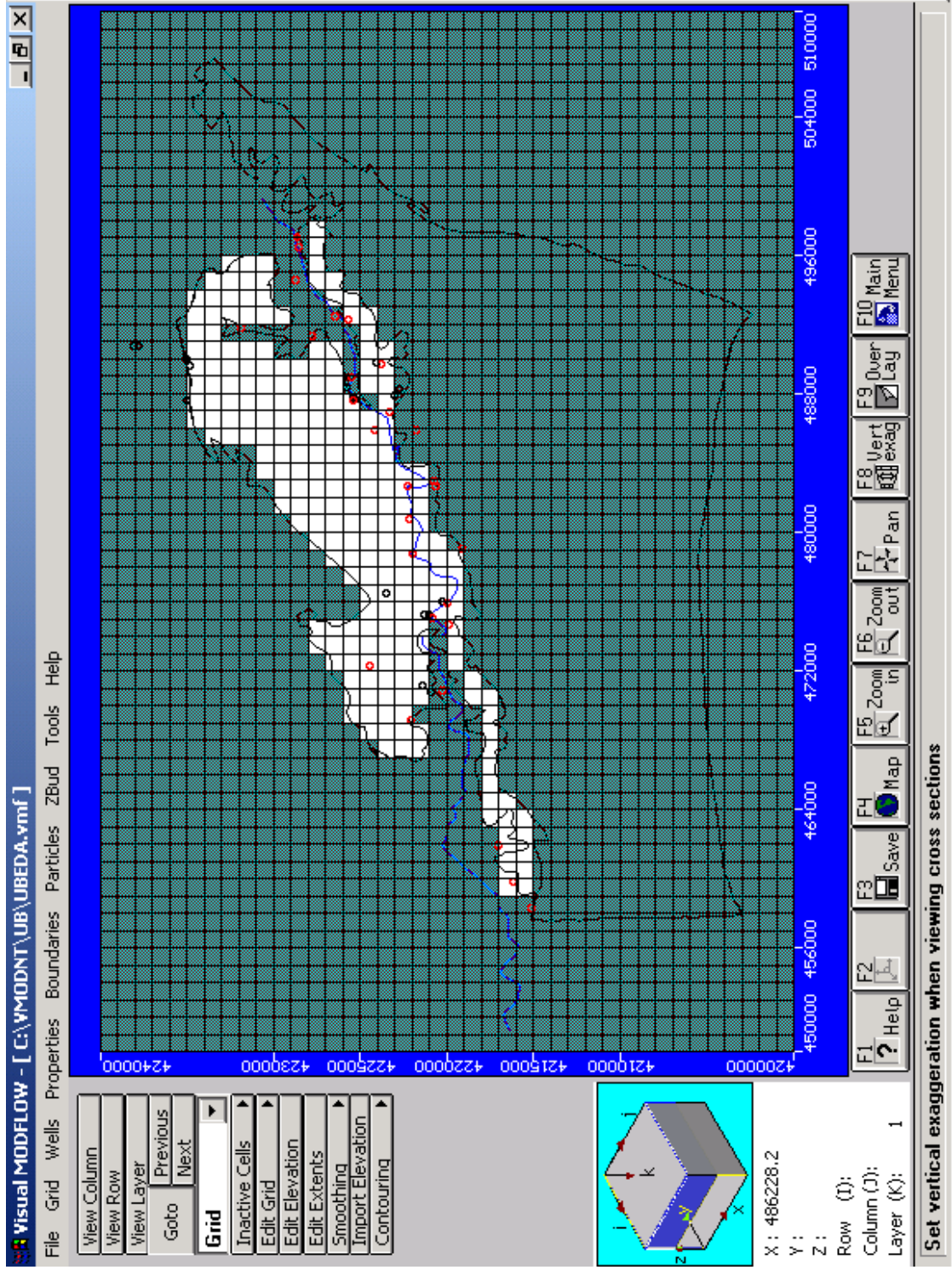


Figura 2.- Discretización y Planta de la Capa 2.

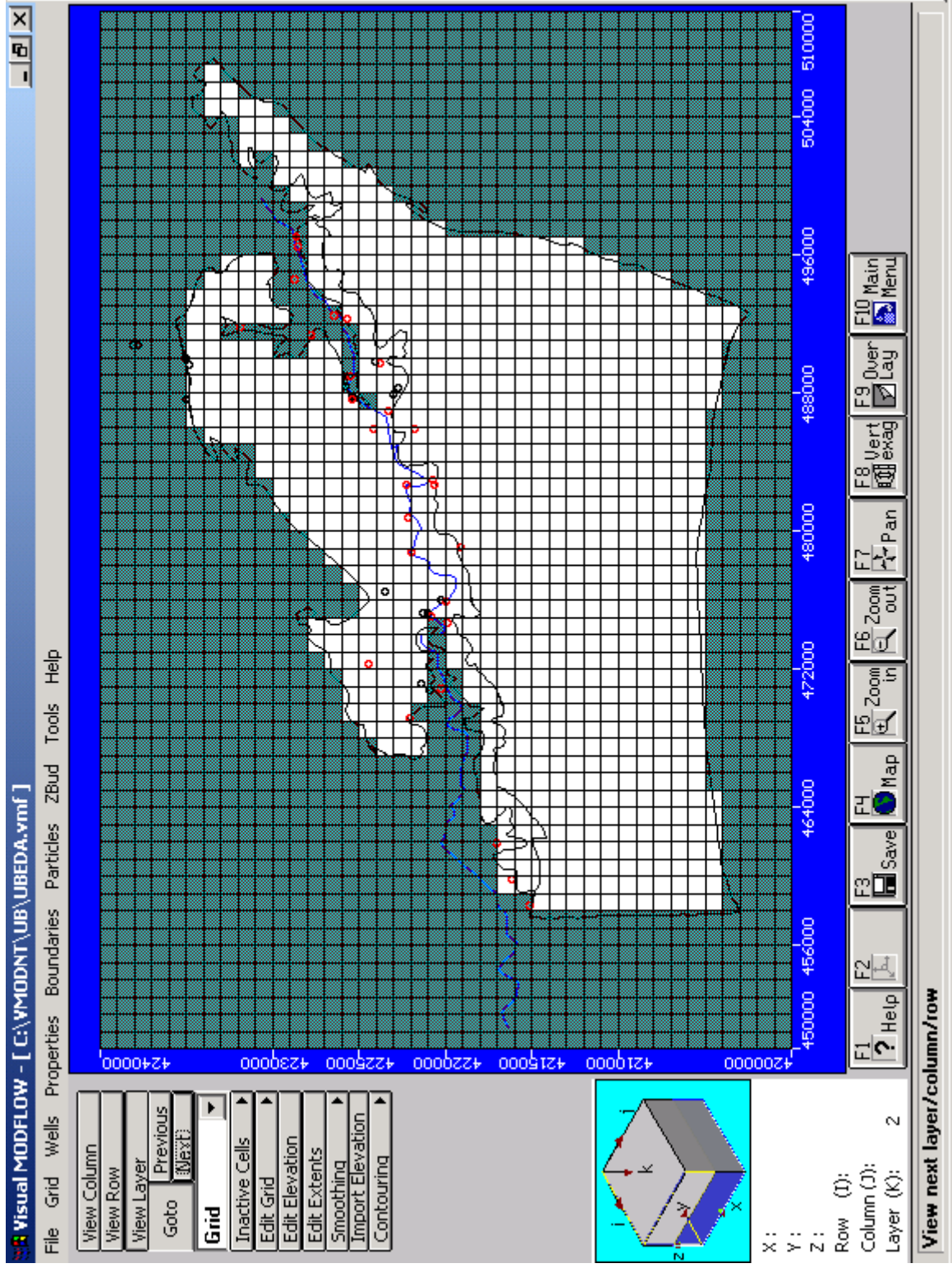
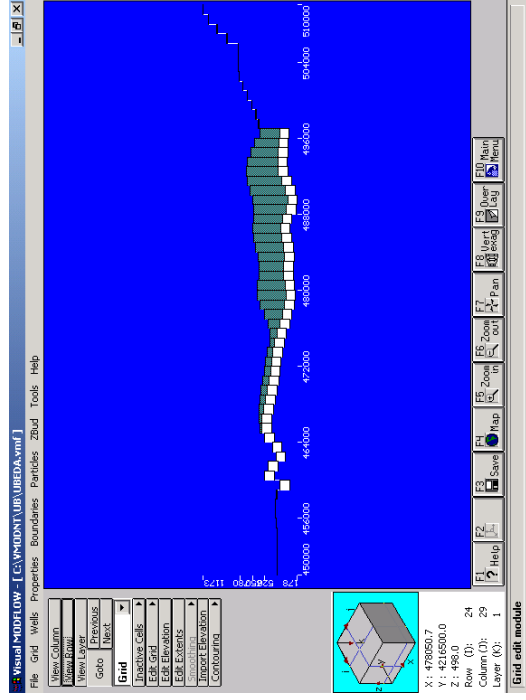
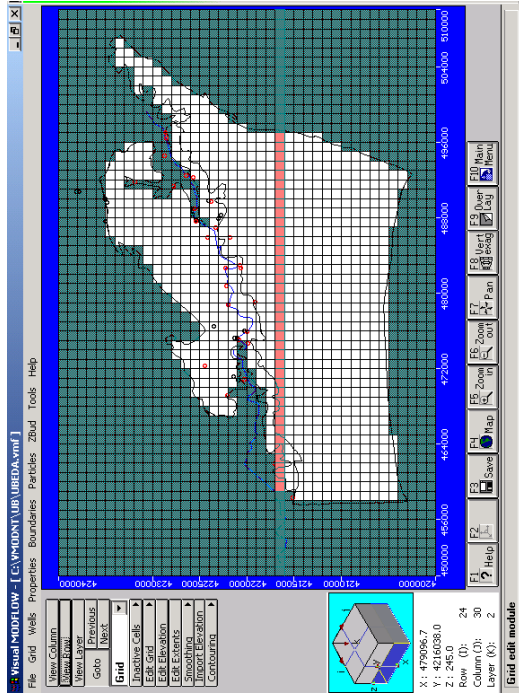
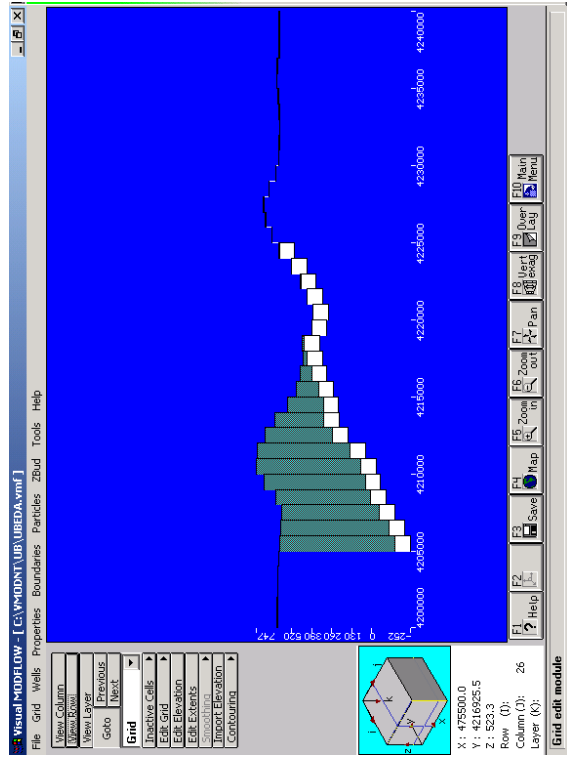
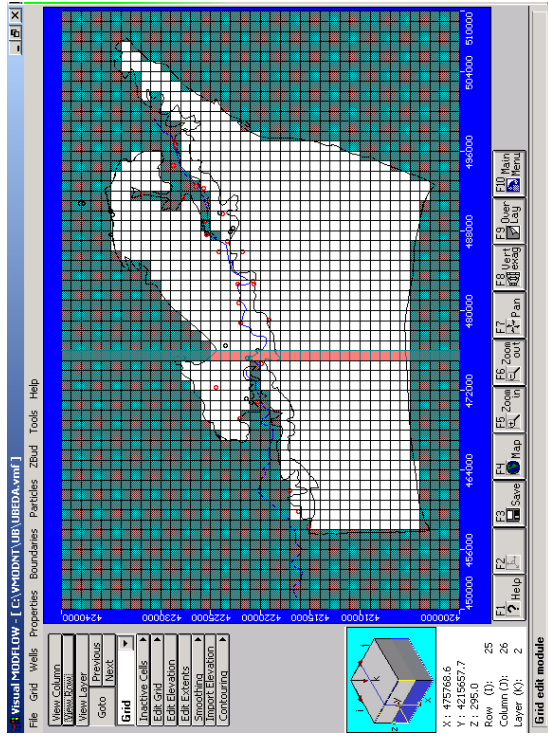


Figura 3.- Cortes.





## **1.2.- PARÁMETROS HIDRÁULICOS**

En régimen permanente no afectan los parámetros relacionados con el almacenamiento por lo que únicamente se ha considerado la permeabilidad con un valor constante de 50 m/día.

### **1.3.- PIEZOMETRÍA**

En una próxima fase de estudio los datos piezométricos disponibles serán utilizados para la calibración precisa.

#### **1.4.- RECARGA Y CONDICIONES DE CONTORNO**

Se han considerado dos zonas de recarga por infiltración de la lluvia útil sobre el acuífero. La primera de ellas adquiere un valor de 0 mm/año y corresponden al sector, situado al sur de Castellar de Santisteban, donde afloran margas del plioceno dentro del acuífero jurásico libre. La segunda zona adquiere un valor de 200 mm/año (aprox. 60% de una lluvia útil de 330 mm/año según estudio hidrogeológico) y como es obvio tiene una distribución en la zona donde aflora el Jurásico. Con estos valores la recarga se cifra en 39.2 hm<sup>3</sup>/año. En la figura 4 se muestra la distribución de la recarga.

Además de la condición de contorno de flujo nulo (bordes impermeables o celdas inactivas), la condición de contorno más importante del modelo en régimen permanente es el río Guadalimar que atraviesa el acuífero de Oeste a Este con cotas entre 430 y 375 m s.n.m. respectivamente. En esta condición de contorno el modelo requiere que se introduzcan las cotas del fondo del cauce en cada celda, las de la lámina de agua (se ha considerado un valor de 1 m) y la conductancia hidráulica. Para este último parámetro se estima que los valores reales se sitúan en un amplio margen variable entre 500 y 30000 m<sup>2</sup>/día, por lo que se ha tomado un valor de 10000 m<sup>2</sup>/día.

Figura 4.- Distribución de la recarga.

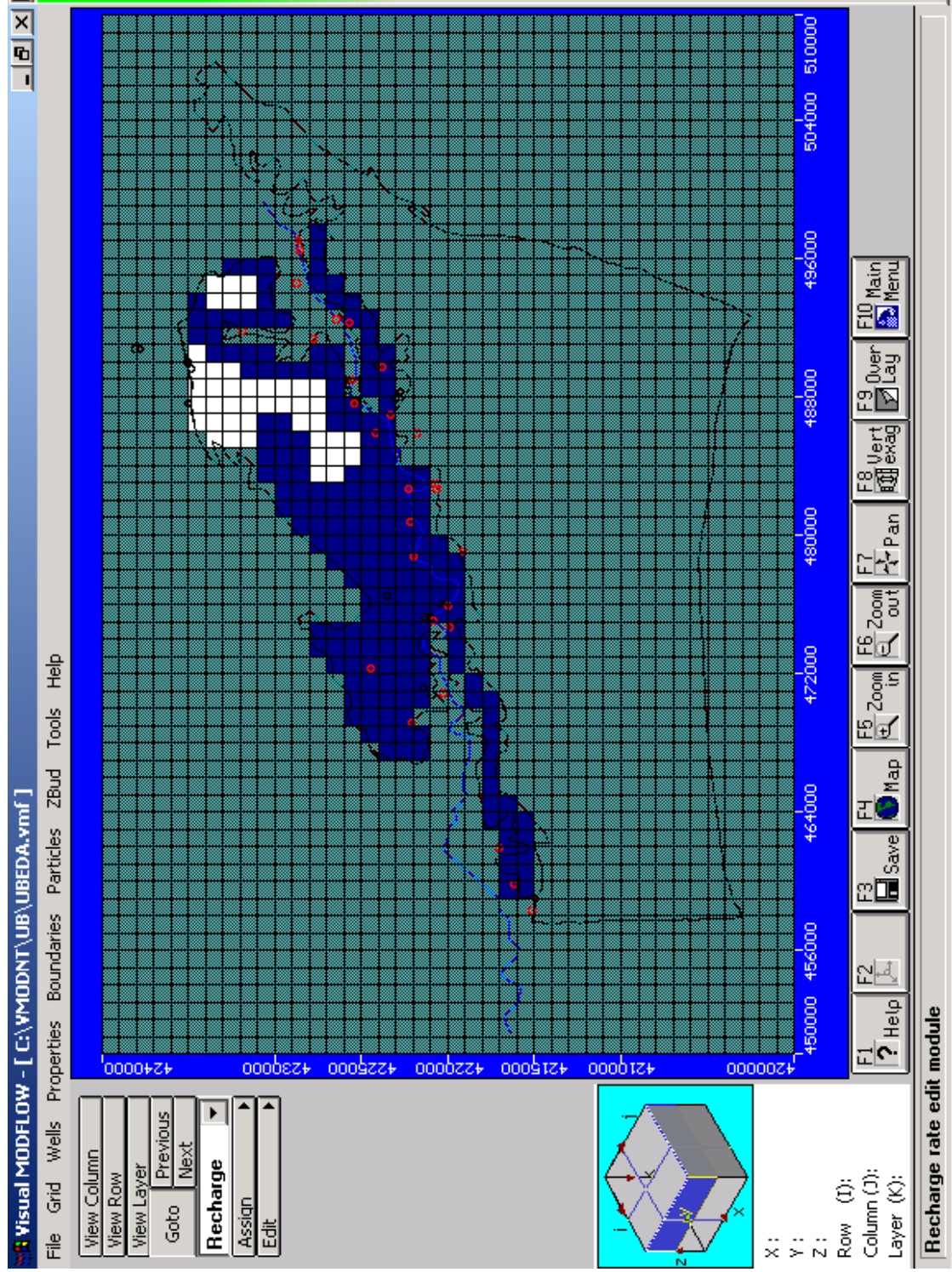
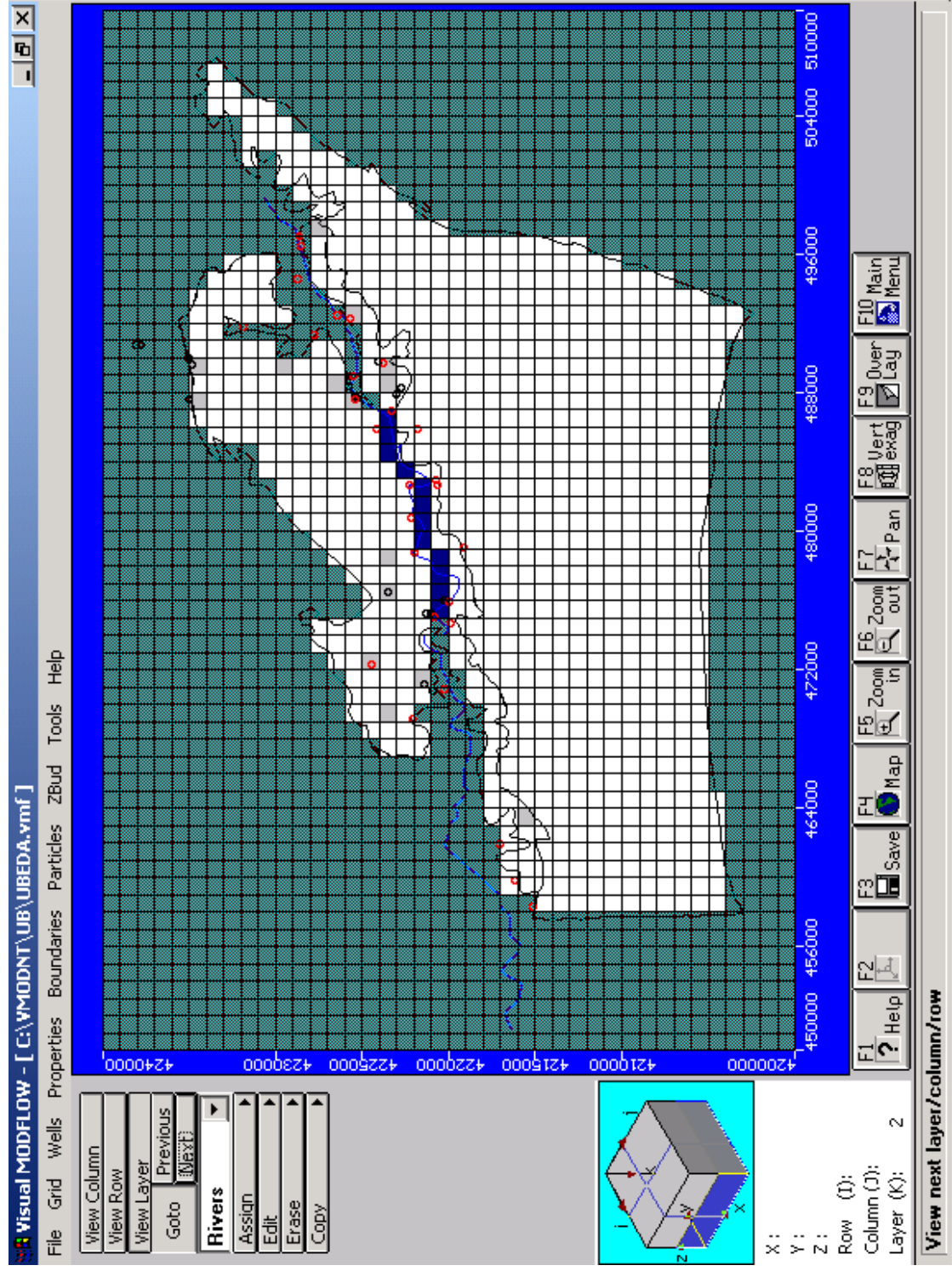


Figura 5.- Celdas de río y drenes (manantiales).



## **2.- CONDICIONES DE EJECUCIÓN**

Se han realizado numerosas pasadas variando parámetros, condiciones de contorno e incluso geometría.

Las condiciones de simulación han sido las siguientes:

- Régimen permanente
- Piezometría inicial constante.
- Capa 1: tipo 1 (libre)
- Capa 2: tipo 2 (confinado).
- Recarga aplicada en la primera celda activa en la vertical.
- Ejecución con Ríos, Drenes y Recarga.

### **3.- RESULTADOS OBTENIDOS**

En el acuífero confinado los niveles piezométricos se sitúan en torno a los 400 m s.n.m.

El balance hídrico resultante proporciona entradas procedentes de la recarga que se cifra en 107398 m<sup>3</sup>/día (39.2 hm<sup>3</sup>/año) e infiltración de agua del río con 85827 m<sup>3</sup>/día (31.3 hm<sup>3</sup>/año). Las salidas (suma de los valores anteriores) corresponden únicamente al río en el sector oeste. Los manantiales no actúan por quedar la piezometría a cotas inferiores.

En las figuras 6 y 7 se pueden observar las piezometrías resultantes.

Figura 6.- Piezometria resultante Capa 1.

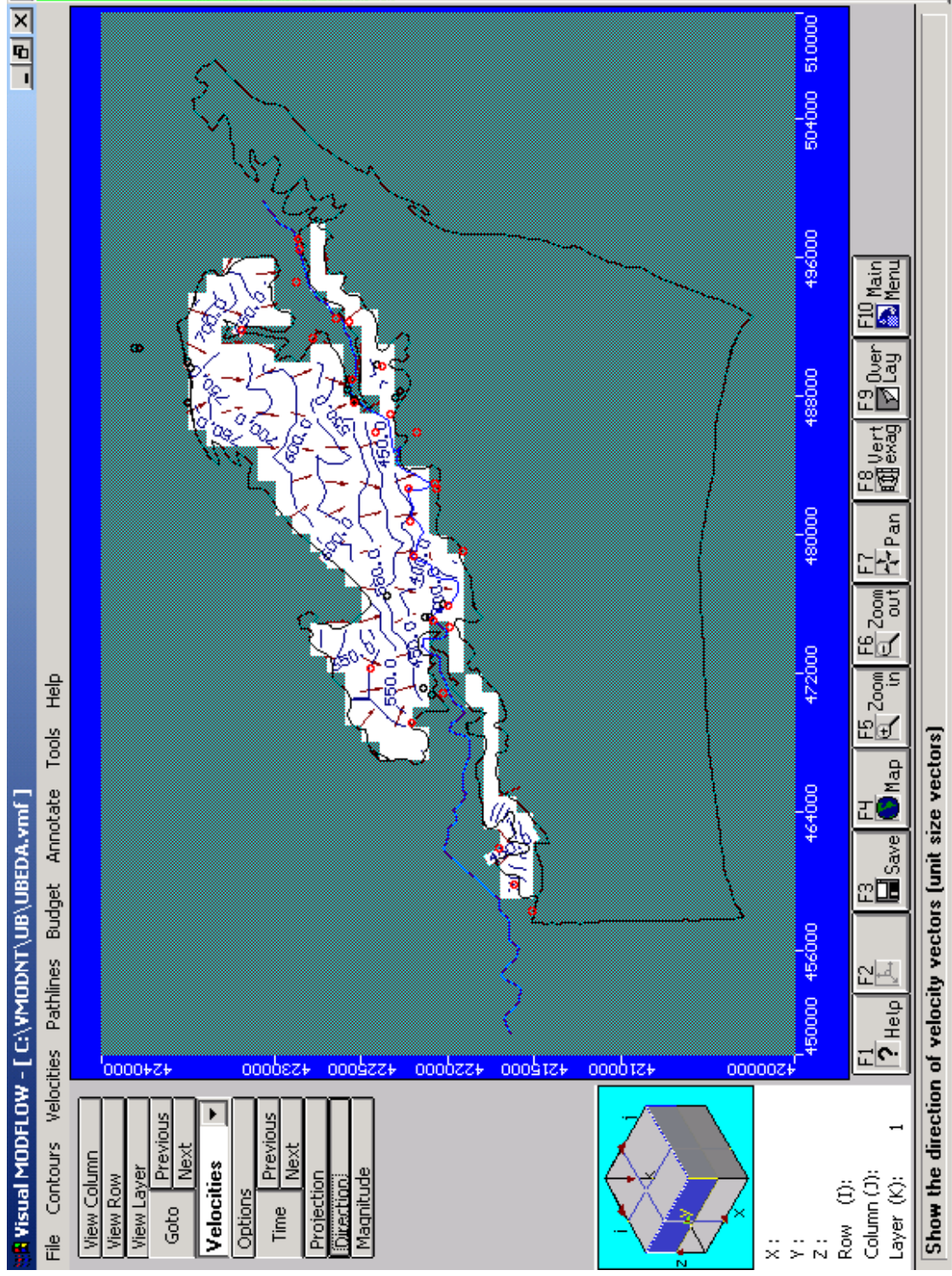
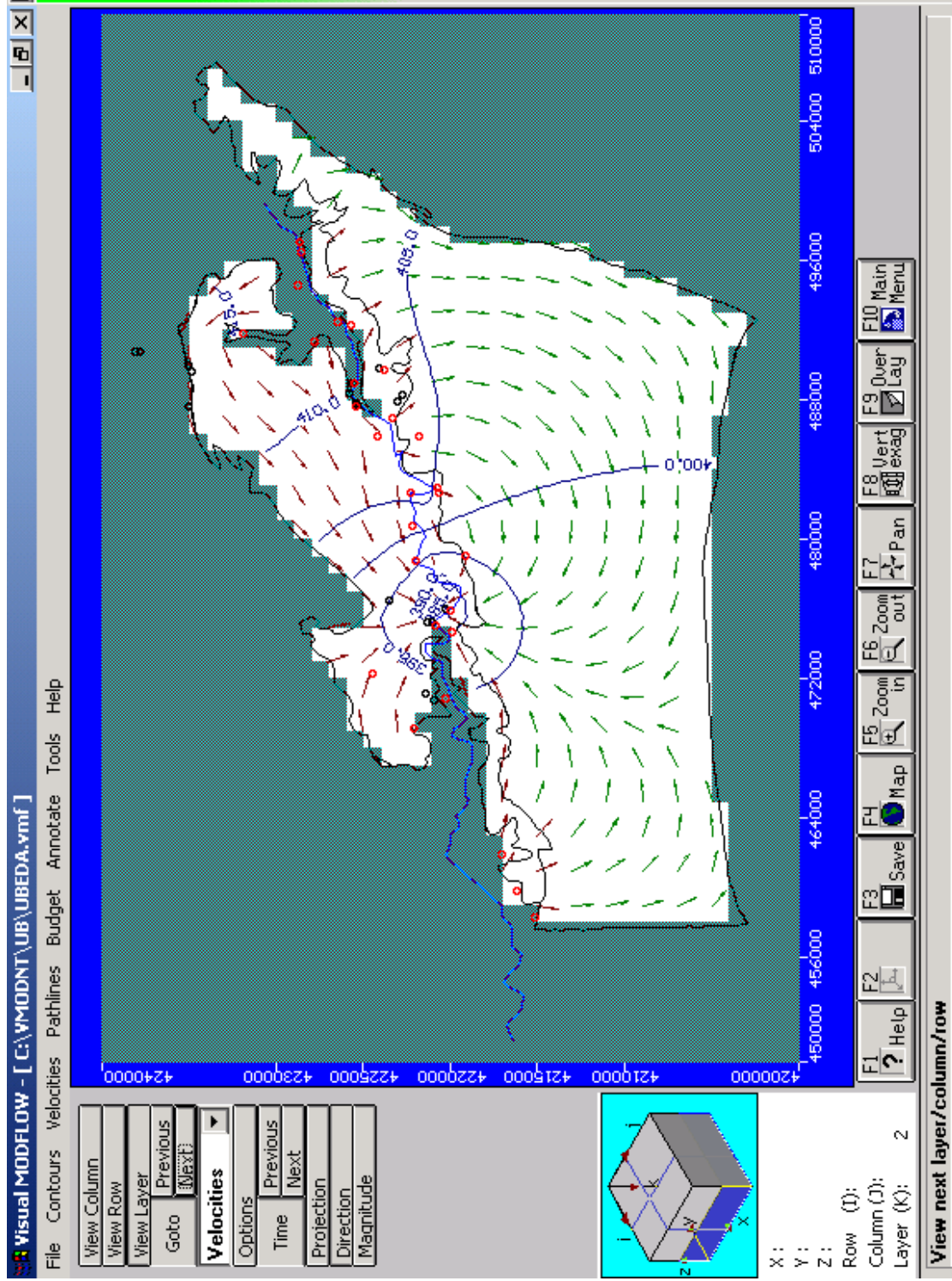




Figura 7.- Piezometria resultante Capa 2.



#### **4.- CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS**

En esta primera fase de tanteo el trabajo realizado se ha centrado en la construcción de los aspectos más generales del modelo: geometría, estudio de los rangos entre los que se pueden variar razonablemente los parámetros, río, drenes, balance hídrico, etc.

Se ha observado que la conductancia del río controla las cotas piezométricas resultantes tras pasadas variando otros conceptos (recarga, permeabilidad o drenes). En las primeras fases con una geometría que consideraba el muro de la capa 2 con el espesor mínimo referido en el estudio hidrogeológico el modelo no convergía si se consideraban valores de  $C_R$  mayores de 50 m<sup>2</sup>/día.

Se continuará trabajando en la definición más precisa del estado piezométrico del acuífero en una situación no influenciada y en el conocimiento de los valores que pueden adquirir los distintos elementos del balance hídrico. En esta situación las cotas en el río y manantiales junto con sus caudales van a ser los únicos indicios de la piezometría previa al bombeo y por tanto referencias para la calibración.

Una vez conseguido un ajuste razonable en régimen no influenciado se estudiará la influencia tras la incorporación de los bombeos más importantes con un régimen de explotación en un año medio.