



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

**ESTUDIOS HIDROGEOLOGICOS COMPLEMENTARIOS
EN EL EMPLAZAMIENTO DE LA CENTRAL NUCLEAR
DE ASCO Y ACTUALIZACION DE MODELOS MATEMA-
TICOS EN LAS CUENCAS DEL EBRO, GUADALQUI-
VIR Y DUERO (1990)**



MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO

R

34605

INDICE GENERAL

I. INTRODUCCION

II. TRABAJOS REALIZADOS

II.1. TRABAJOS REALIZADOS DENTRO DEL "ACUERDO ESPECIFICO CON EL CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR PARA LA AMPLIACION DE LOS ESTUDIOS HIDROGEOLOGICOS DEL EMPLAZAMIENTO DE LA CENTRAL NUCLEAR DE ASCO"

II.1.1. RECOPIACION Y ANALISIS DE DATOS DEL EMPLAZAMIENTO DE LA CENTRAL NUCLEAR DE ASCO

II.1.2. MODELO HIDROGEOLOGICO CONCEPTUAL

INDICE DEL INFORME

1. INTRODUCCION Y OBJETIVOS
2. ESTADO DEL ARTE Y SINTESIS DE DATOS ACTUALES
3. UBICACION, GEOMETRIA Y CARACTERISTICAS DE LAS FORMACIONES NATURALES Y CONSTRUCTIVAS
 - 3.1. Definición de las formaciones
 - 3.1.1. Formaciones constructivas
 - 3.1.2. Formaciones naturales en base al modelo geológico
 - 3.2. Características hidrogeológicas de las formaciones
 - 3.2.1. Los datos existentes
 - 3.2.2. Fiabilidad de los parámetros conocidos
4. FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLOGICO Y BALANCE
 - 4.1. Funcionamiento hidrogeológico

- 4.1.1. Estudio General del flujo a través de isopiezas
 - 4.1.1.1. Consideraciones generales, metodología y selección de campañas
 - 4.1.1.2. Análisis constructivo e hidrogeoquímico
 - 4.1.1.3. Análisis por Kriging
 - 4.1.1.3.1. Planteamiento y justificación del estudio
 - 4.1.1.3.2. Datos de partida y campañas de Krigeado
 - 4.1.1.3.3. Metodología
 - 4.1.1.3.4. Análisis estructural de los variogramas para las diferentes campañas de Kriging
 - 4.1.1.3.5. Resumen y conclusiones
 - 4.1.1.4. Trazado de isopiezas y conclusiones
- 4.1.2. Contraste de resultados
- 4.2. Balance
 - 4.2.1. Estimación del balance
 - 4.2.2. Fiabilidad del balance
- 5. SINTESIS Y CONCLUSIONES GENERALES

II.1.3. MODELOS NUMERICOS DE FLUJO DE LA CENTRAL NUCLEAR DE ASCO II. Régimen Permanente

INDICE DEL INFORME

- 1. INTRODUCCION Y OBJETIVOS
- 2. ESQUEMA DE PARTIDA SOBRE CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS Y FUNCIONAMIENTO HIDRODINAMICO DEL ACUIFERO

3. PROGRAMA MODFLOW

3.1. Ficha Técnica

3.2. Características Generales del Programa

3.3. Ejecución del Programa (Ficheros)

4. CONFIGURACION DEL SISTEMA

5. DATOS DE PARTIDA

5.1. Niveles Iniciales

5.2. Parámetros hidrodinámicos

5.3. Drenes Horizontales

6. CALIBRACION DE UN MODELO NUMERICO DE FLUJO

7. CALIBRACION EN REGIMEN PERMANENTE

7.1. Simulación 1

7.2. Simulación 2

7.3. Simulación 3

7.4. Simulación 4

7.5. Simulación 5

7.6. Simulación 6

8. RESUMEN Y CONCLUSIONES

9. BIBLIOGRAFIA

**II.1.4. MODELOS NUMERICOS DE FLUJO DE LA CENTRAL
NUCLEAR DE ASCO II. Régimen Transitorio**

INDICE DEL INFORME

1. INTRODUCCION

2. OBJETIVOS

3. CALIBRACION EN REGIMEN PERMANENTE

3.1. Planteamiento de las simulaciones

4. DATOS DE PARTIDA
 - 4.1. Niveles iniciales
 - 4.2. Parámetros hidrodinámicos
 - 4.3. Drenes horizontales
5. SIMULACIONES REALIZADAS
6. RESUMEN Y CONCLUSIONES
7. BIBLIOGRAFIA

II.2. CUENCA DEL GUADALQUIVIR: MODELO MATEMATICO DE FLUJO DEL ACUIFERO SANLUCAR - ROTA - CHIPIONA

INDICE DEL INFORME

1. INTRODUCCION
2. DATOS NECESARIOS PARA LA REALIZACION DEL MODELO
 - 2.1. Características geométricas del acuífero
 - 2.1. Parámetros hidrodinámicos
 - 2.3. Niveles piezométricos
 - 2.4. Recargas
 - 2.5. Extracciones
3. PROGRAMA DIGITAL UTILIZADO
4. CONFIGURACION DEL SISTEMA Y DISCRETIZACION EN CELDAS DEL ACUIFERO
5. CALIBRACION DEL MODELO

ANEXO -I

- Listado de datos de entrada al modelo
- Listado de salida de resultados

**II.3. CUENCA DEL EBRO: ACTUALIZACION DEL
MODELO MATEMATICO DEL ALUVIAL DEL RIO OJA PARA
EL PERIODO 1985-1989**

INDICE DEL INFORME

1. INTRODUCCION Y OBJETIVOS
2. CARACTERISTICAS GENERALES DEL ACUIFERO
3. PROGRAMA DIGITAL UTILIZADO
4. CONFIGURACION DEL SISTEMA Y DISCRETIZACION DE
CELDA DEL ACUIFERO
5. DATOS NECESARIOS PARA LA REALIZACION DEL
MODELO
 - 5.1. Niveles piezométricos
 - 5.2. Parámetros hidrodinámicos y geométricos
 - 5.3. Recargas y extracciones
 - 5.3.1. Recarga por lluvia
 - 5.3.2. Extracciones
6. CALIBRACION DEL MODELO
 - 6.1. Calibración en régimen permanente
 - 6.2. Calibración en régimen transitorio para
el período 1985-89
7. RESUMEN Y CONCLUSIONES
8. BIBLIOGRAFIA

INDICE DE CUADROS

1. Valores de ETR y lluvia útil según Coutagne y Turc
2. Pluviometrias medias para el período 1985 a 1989
3. Bombeos para uso agrícola

4. Retorno por riegos de aguas superficiales
5. Bombeos para abastecimiento urbano
6. Balance volumétrico del acuífero

INDICE DE PLANOS

1. MAPA DE ISOPIEZAS ABRIL 1985
2. MAPA DE COTAS DEL MURO
3. MAPA DE TRANSMISIVIDADES
4. MAPA DE RECARGA MEDIA POR LLUVIA
5. MAPA DE EXPLOTACION DEL ACUIFERO
6. PLANO DE CALIBRACION DE PIEZOMETROS PARA EL PERIODO 1985-1989

ANEXO - I

- Listado de datos de entrada para el período 85-89
- Listado de salida de resultados

II.4. CUENCA DEL DUERO: IMPLEMENTACION DE LOS MODELOS MATEMATICOS DE LA CUENCA DEL DUERO EN EL SISTEMA INFORMATICO DEL I.T.G.E.

INDICE DEL INFORME

1. INTRODUCCION Y OBJETIVOS
2. IMPLEMENTACION DEL PROGRAMA TRECOTT TRIDIMENSIONAL EN EL ORDENADOS IBM-4361 DEL ITGE
3. INCORPORACION DE LOS FICHEROS DE ENTRADA DE DATOS DE LOS MODELOS MATEMATICOS DE LA CUENCA DEL DUERO
4. EJECUCION DEL PROGRAMA TRECOTT TRIDIMENSIONAL CON LOS FICHEROS DE ENTRADA DE DATOS

ANEXOS

**ANEXO I: MANUAL DE USUARIO DEL PROGRAMA
TRECOTT MODIFICADO**

ANEXO II: FICHEROS DE ENTRADA DE DATOS

**ANEXO III: LISTADO DEL TRECOTT, SUBROUTINA
XBYTE Y FICHEROS DE SALIDA DE
RESULTADOS**

I.- INTRODUCCION

Con cargo a este Proyecto se han llevado a cabo principalmente, parte de los estudios correspondientes al Acuerdo Marco entre el Consejo de Seguridad Nuclear y el Instituto Tecnológico Geominero de España para la reevaluación hidrogeológica de emplazamientos de centrales nucleares y la realización de modelos matemáticos en las cuencas del Ebro, Guadalquivir y Duero.

En lo referente al Acuerdo Marco CSN - ITGE, se firmó en Octubre de 1988 un Acuerdo Específico para la "Ampliación de los estudios hidrogeológicos de la Central Nuclear de Ascó (Tarragona)", estableciéndose como "estudio piloto" sobre reevaluación hidrogeológica de emplazamientos de centrales nucleares.

El equipo de trabajo asignado conjuntamente por el CSN y el ITGE para la realización de los estudios estuvo constituido por los siguientes especialistas:

ELIZAGA MUÑOZ, Emilio
GOMEZ SANCHEZ, Margarita
IGLESIAS LOPEZ, Alfredo
LOPEZ BRAVO, Juana
MERA MERINO, Amalia
RIESTRA FUERTES, Juan Carlos
VILLANUEVA MARTINEZ, Manuel

Los estudios del Emplazamiento de la Central Nuclear de Ascó se estableció desarrollarlos entre Octubre de 1988 y Diciembre de 1990. El estudio completo consta de los siguientes informes:

1. Modelo geológico.
2. Modelo geológico. Informe fotográfico.
3. Modelo geológico. Informe complementario:
Petrología
4. Análisis y validación de sistemas de control.
5. Estudio hidroquímico.
6. Modelo hidrogeológico conceptual.
7. Modelo precipitación-escorrentía.
8. Modelos numéricos de flujo de Ascó II. Régimen permanente.
9. Modelos numéricos de flujo Ascó II. Régimen transitorio.
10. Modelos numéricos de flujo Ascó II. Régimen transitorio. ANEXOS.
11. Modelos hidrogeoquímicos.
12. Síntesis y conclusiones generales.

Con cargo a este Proyecto se imputan los trabajos especificados en el punto II de este informe, habiéndose incluido en el mismo tan solo la portada del informe correspondiente, dado que son documentos de uso restringido y elaborados para el Consejo de Seguridad Nuclear.

Los informes correspondientes a la actualización de los modelos matemáticos en las cuencas del Ebro, Guadalquivir y Duero se incluyen conjuntamente, a excepción de los Anexos -I del Modelo matemático de flujo del acuífero Sanlucar-Rota-Chipiona, Anexo -I del Modelo matemático del aluvial del río Oja y Anexo -III de los Modelos matemáticos de la cuenca del Duero, al ser listados de ordenador muy voluminosos.

II. TRABAJOS REALIZADOS

II.1. TRABAJOS REALIZADOS DENTRO DEL "ACUERDO ESPECIFICO CON EL CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR PARA LA AMPLIACION DE LOS ESTUDIOS HIDROGEOLOGICOS DEL EMPLAZAMIENTO DE LA CENTRAL NUCLEAR DE ASCO"

II.1.1. RECOPIACION Y ANALISIS DE DATOS DEL EMPLAZAMIENTO DE LA CENTRAL NUCLEAR DE ASCO

Trabajos realizados:

1. Recopilación de toda la documentación existente sobre la Central (informes, planos y datos de control de los sistemas de vigilancia hidrológica).
2. Tratamiento informático de datos de los sistemas de control piezométrico.
3. Elaboración de mapas de isopiezas en distintos periodos de tiempo.
4. Tratamiento informático de datos climáticos.
5. Análisis de parámetros hidráulicos.
6. Tratamiento informático de datos de los drenajes y pozos de bombeo.

Parte de los trabajos reseñados se incluyeron en los informes: "Análisis y Validación de

sistemas de control", "Modelo precipitación-
escorrentía" y "Modelo hidrogeológico
conceptual", adjuntándose la fotocopia de
las portadas de los mismos.



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

Proyecto :

**AMPLIACION DE LOS ESTUDIOS
HIDROGEOLOGICOS DEL
EMPLAZAMIENTO DE LA
CENTRAL NUCLEAR DE ASCO**



ANALISIS Y VALIDACION DE SISTEMAS DE
CONTROL

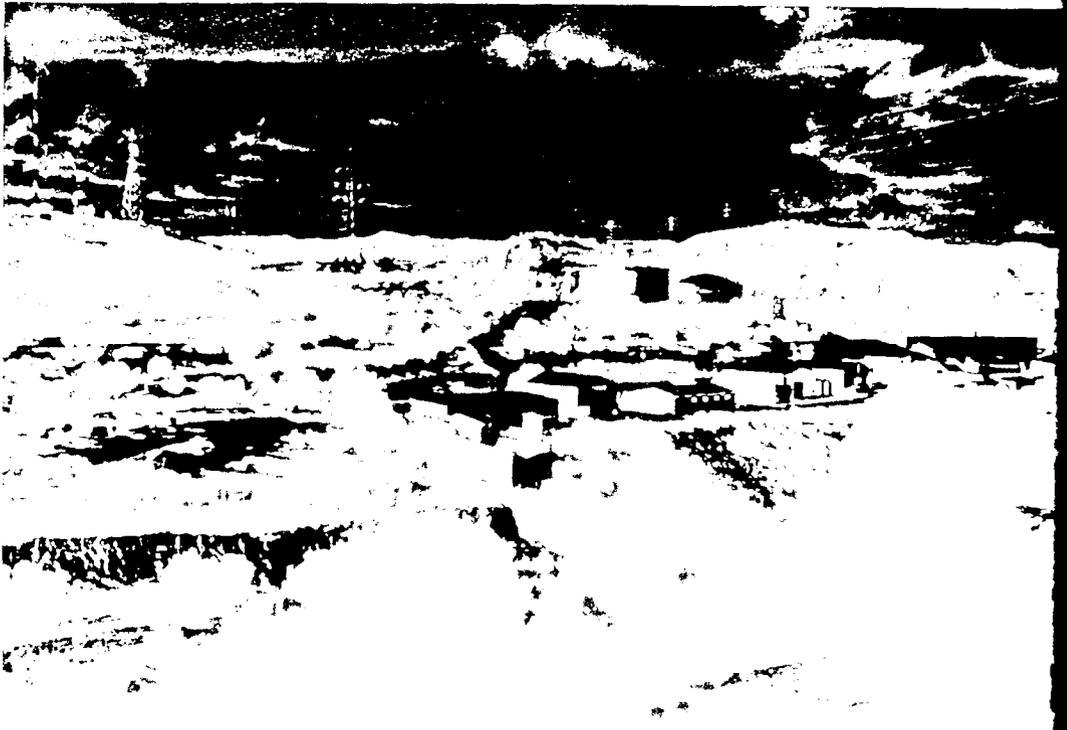
Acuerdo específico con el Consejo de Seguridad Nuclear
C.S.N.



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

Proyecto :

**AMPLIACION DE LOS ESTUDIOS
HIDROGEOLOGICOS DEL
EMPLAZAMIENTO DE LA
CENTRAL NUCLEAR DE ASCÓ**



MODELOS PRECIPITACION-ESCORRENTIA
Modelo MEDA

Acuerdo específico con el Consejo de Seguridad Nuclear
C. S. N.

II.1.2. MODELO HIDROGEOLOGICO CONCEPTUAL

Los trabajos de colaboración para la elaboración del Modelo hidrogeológico conceptual, se recogen en los siguientes apartados del informe:

4. Funcionamiento hidrogeológico y balance

4.1. Funcionamiento hidrogeológico

4.1.1. Estudio general del flujo a través de isopiezas

4.1.1.1. Consideraciones generales, metodología y selección de campañas.

4.1.1.2. Análisis constructivo e hidroquímico

4.1.1.4. Trazado de isopiezas y conclusiones

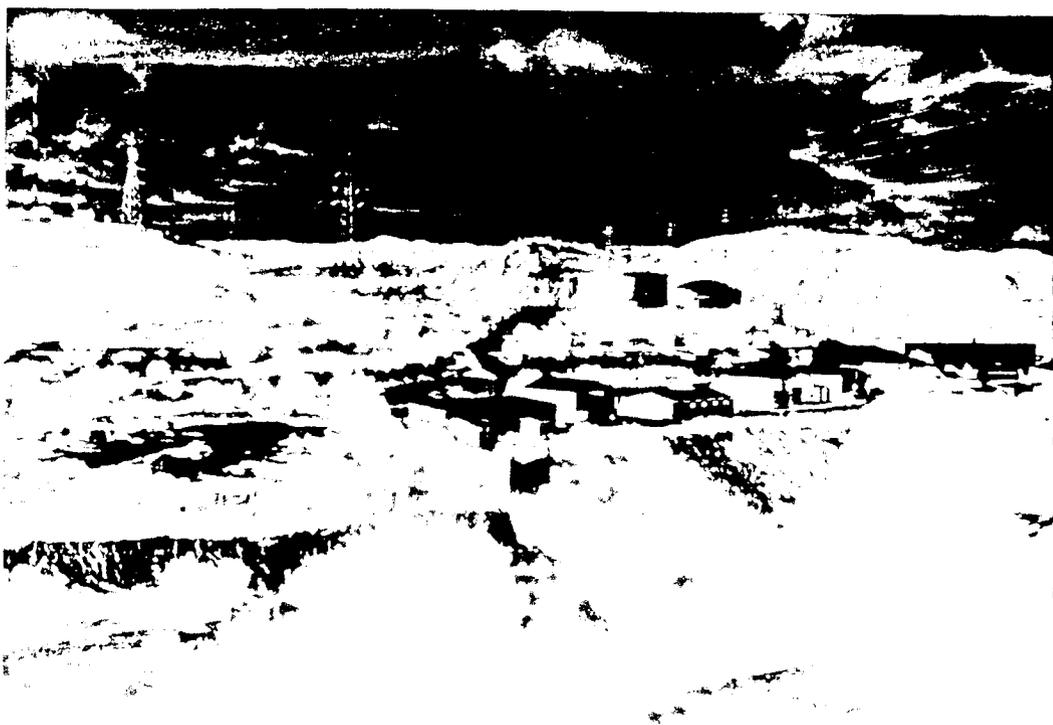
Planos: Elaboración de 30 planos de isopiezas para diferentes periodos de tiempo



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

Proyecto :

**AMPLIACION DE LOS ESTUDIOS
HIDROGEOLOGICOS DEL
EMPLAZAMIENTO DE LA
CENTRAL NUCLEAR DE ASCÓ**



MODELO HIDROGEOLOGICO CONCEPTUAL

Acuerdo específico con el Consejo de Seguridad Nuclear
C.S.N

INDICE DEL INFORME

1. INTRODUCCION Y OBJETIVOS
2. ESTADO DEL ARTE Y SINTESIS DE DATOS ACTUALES
3. UBICACION, GEOMETRIA Y CARACTERISTICAS DE LAS FORMACIONES NATURALES Y CONSTRUCTIVAS
 - 3.1. Definición de las formaciones
 - 3.1.1. Formaciones constructivas
 - 3.1.2. Formaciones naturales en base al modelo geológico
 - 3.2. Características hidrogeológicas de las formaciones
 - 3.2.1. Los datos existentes
 - 3.2.2. Fiabilidad de los parámetros conocidos
4. FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLOGICO Y BALANCE
 - 4.1. Funcionamiento hidrogeológico
 - 4.1.1. Estudio General del flujo a traves de isopiezas
 - 4.1.1.1. Consideraciones generales, metodología y selección de campañas
 - 4.1.1.2. Análisis constructivo e hidrogeoquímico
 - 4.1.1.3. Análisis por Kriging
 - 4.1.1.3.1. Planteamiento y justificación del estudio
 - 4.1.1.3.2. Datos de partida y campañas de Krigeado
 - 4.1.1.3.3. Metodología
 - 4.1.1.3.4. Análisis estructural de los variogramas para las diferentes campañas de Kriging
 - 4.1.1.3.5. Resumen y conclusiones
 - 4.1.1.4. Trazado de isopiezas y conclusiones
 - 4.1.2. Contraste de resultados
 - 4.2. Balance

4.2.1. Estimación del balance

4.2.2. Fiabilidad del balance

5. SINTESIS Y CONCLUSIONES GENERALES

**II.1.3. MODELOS NUMERICOS DE FLUJO DE LA CENTRAL
NUCLEAR DE ASCO II. Régimen Permanente**

**II.1.4. MODELOS NUMERICOS DE FLUJO DE LA CENTRAL
NUCLEAR DE ASCO II. Régimen Transitorio**

N O T A

Con cargo a este Proyecto, se realizaron los trabajos para la elaboración del modelo matemático de la Central Nuclear de Ascó II. Los modelos numéricos de flujo corresponden a los informes 8, 9 y 10 del estudio completo, siendo los siguientes:

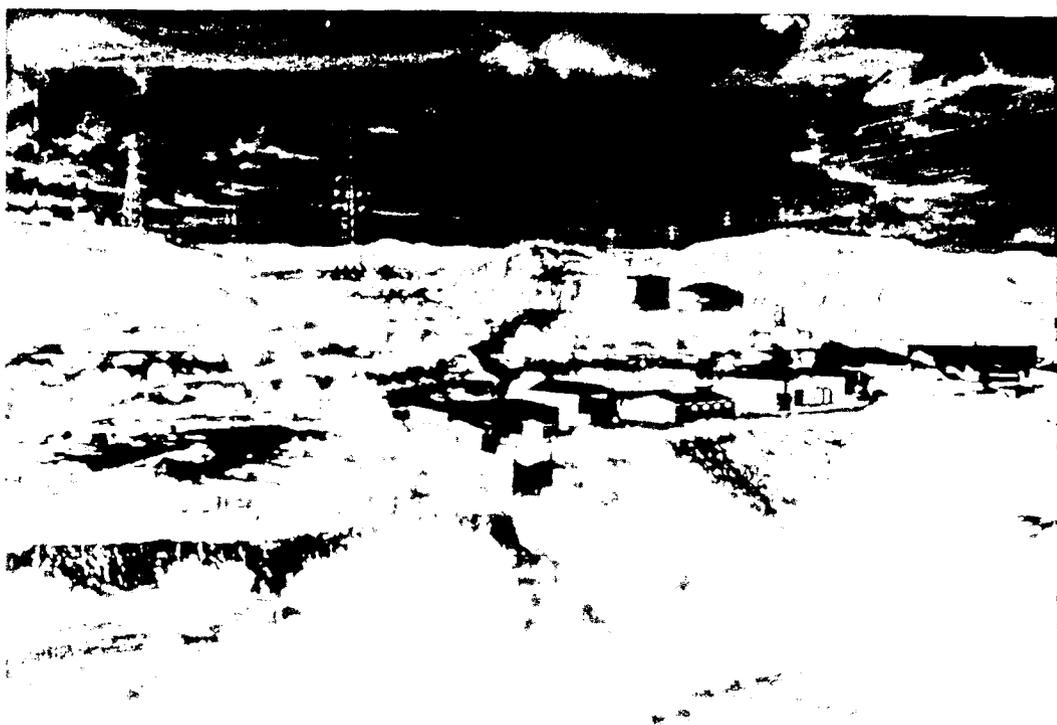
8. Modelos numéricos de flujo de Ascó II. Régimen Permanente.
9. Modelos numéricos de flujo de Ascó II. Régimen Transitorio.
10. Modelos numéricos de flujo de Ascó II. Régimen transitorio. ANEXOS.



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

Proyecto :

**AMPLIACION DE LOS ESTUDIOS
HIDROGEOLOGICOS DEL
EMPLAZAMIENTO DE LA
CENTRAL NUCLEAR DE ASCÓ**



MODELOS NUMERICOS DE FLUJO

Modelo MODFLOW Régimen permanente

Acuerdo específico con el Consejo de Seguridad Nuclear
C.S.N.

INDICE DEL INFORME

1. INTRODUCCION Y OBJETIVOS
2. ESQUEMA DE PARTIDA SOBRE CARACTERISTICAS
HIDROGEOLOGICAS Y FUNCIONAMIENTO
HIDRODINAMICO DEL ACUIFERO
3. PROGRAMA MODFLOW
 - 3.1. Ficha Técnica
 - 3.2. Características Generales del Programa
 - 3.3. Ejecución del Programa (Ficheros)
4. CONFIGURACION DEL SISTEMA
5. DATOS DE PARTIDA
 - 5.1. Niveles Iniciales
 - 5.2. Parámetros hidrodinámicos
 - 5.3. Drenes Horizontales
6. CALIBRACION DE UN MODELO NUMERICO DE FLUJO
7. CALIBRACION EN REGIMEN PERMANENTE
 - 7.1. Simulación 1
 - 7.2. Simulación 2
 - 7.3. Simulación 3
 - 7.4. Simulación 4
 - 7.5. Simulación 5
 - 7.6. Simulación 6
8. RESUMEN Y CONCLUSIONES
9. BIBLIOGRAFIA



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

Proyecto :

**AMPLIACION DE LOS ESTUDIOS
HIDROGEOLOGICOS DEL
EMPLAZAMIENTO DE LA
CENTRAL NUCLEAR DE ASCO**



MODELOS NUMERICOS DE FLUJO
Modelo MODFLOW Régimen transitorio

Acuerdo específico con el Consejo de Seguridad Nuclear
C.S.N.

INDICE DEL INFORME

1. INTRODUCCION
2. OBJETIVOS
3. CALIBRACION EN REGIMEN PERMANENTE
 - 3.1. Planteamiento de las simulaciones
4. DATOS DE PARTIDA
 - 4.1. Niveles iniciales
 - 4.2. Parámetros hidrodinámicos
 - 4.3. Drenes horizontales
5. SIMULACIONES REALIZADAS
6. RESUMEN Y CONCLUSIONES
7. BIBLIOGRAFIA

**II.2. CUENCA DEL GUADALQUIVIR: MODELO MATEMATICO DE
FLUJO DEL ACUIFERO SANLUCAR - ROTA - CHIPIONA**

(Modelo realizado para el Convenio I.T.G.E -
I.A.R.A. 1990-1991)



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

**MODELO MATEMATICO DE FLUJO DEL ACUIFERO
SANLUCAR - ROTA - CHIPIONA (1990)**



MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO

INDICE DEL INFORME

1. INTRODUCCION
2. DATOS NECESARIOS PARA LA REALIZACION DEL MODELO
 - 2.1. Características geométricas del acuífero
 - 2.1. Parámetros hidrodinámicos
 - 2.3. Niveles piezométricos
 - 2.4. Recargas
 - 2.5. Extracciones
3. PROGRAMA DIGITAL UTILIZADO
4. CONFIGURACION DEL SISTEMA Y DISCRETIZACION EN CELDAS DEL ACUIFERO
5. CALIBRACION DEL MODELO

ANEXO -I

- Listado de datos de entrada al modelo
- Listado de salida de resultados

SANLUCAR-ROTA-CHIPIONA

A) MODELIZACION

1. INTRODUCCION

El ITGE continuando con la labor de investigación hidrogeológica del acuífero Sanlúcar-Rota-Chipiona, iniciada en los años sesenta con el "Proyecto de Investigaciones Hidrogeológicas de la cuenca del Guadalquivir y región suroccidental de Huelva" realizado por la F.A.O. y el -- IGME, y que desde entonces ha venido desarrollando un gran número de actuaciones técnicas y elaborado diferentes informes, en estos momentos se plantea la realización de varios modelos matemáticos que contribuyan a un mejor conocimiento del acuífero.

Así pues, ya ha iniciado la realización de un nuevo modelo de flujo, que en estos momentos se encuentra en fase de desarrollo.

Con el modelo matemático se pretende disponer de una herramienta adecuada que permita:

- Simular el comportamiento del acuífero
- Prever los efectos que nuevas explotaciones producirían en el mismo.
- Elaborar las normas o recomendaciones, en caso de que fuera necesario, para una mejor utilización y gestión de sus recursos.

En el modelo se ha realizado una primera calibración en régimen permanente, en la que se ha llevado a cabo un ajuste o calado de los parámetros hidrodinámicos del acuífero.

En estos momentos se dispone de los datos de explotación agrícola y el modelo está preparado para calibrarlo en régimen transitorio para el periodo 1985 a 1988 mes a mes.

Una vez validado en régimen permanente y transitorio se procederá a dar varias pasadas modificando los parámetros hidrodinámicos del acuífero para ver la sensibilidad del modelo ante la variación de dichos parámetros.

Asimismo, se simularán distintas hipótesis de explotación futuras, con el fin de determinar la respuesta del acuífero ante un incremento de los bombeos.

Entre las actuaciones futuras respecto a modelización, el ITGE una vez terminado el modelo de flujo, tiene previsto la realización de un modelo de calidad, con el que completará los estudios del acuífero en lo que respecta a la explicación de técnicas de modelización matemática, ya emprendidas en esta primera fase.

2. DATOS NECESARIOS PARA LA REALIZACION DEL MODELO

Para la elaboración de los datos del modelo se ha recopilado toda la documentación disponible sobre el acuífero, partiendo del Proyecto FAO - IGME (1970), fichas del inventario de puntos acuíferos del ITGE, informes sobre evolución piezométrica, informes técnicos sobre sondeos de investigación, informes de investigación geoelectrica de la zona, etc.

Una vez estudiada dicha documentación se modificaron las cotas de algunos puntos del inventario y fundamentalmente se modificó el mapa de la cota del muro del acuífero como comentaremos posteriormente.

2.1. Características Geométricas del Acuífero

El acuífero tiene una forma irregular y se extiende desde San Lúcar de Barrameda a Rota según una banda subparalela a la línea de costa de unos 25 km. de longitud y una anchura comprendida entre 7 y 1,5 - km, ocupando una superficie de 88 km².

Sus límites geológicos vienen definidos al Norte, Oeste y Sur por el océano Atlántico y al Este por las margas del Burdigaliense, -- que constituye además el substrato impermeable del acuífero.

Para la elaboración del mapa de cotas del muro, necesario para definir la geometría del acuífero en profundidad, se utilizaron los puntos del inventario que disponían de columna litológica. Del informe de investigación geoelectrica de la zona realizado por el ITGE en 1986 (fig. 1) se estudiaron con más detalle los S.E.V. situados en la zona - Este del acuífero en el contacto con las margas. Por último se disponía de datos fiables en 8 puntos del acuífero correspondientes a los 8 sondeos de investigación realizados en la zona por el ITGE (1986) cuya situación y corte litológico se indica en las figuras 2, 2.1, 2.2, 2.3, - 2.4, 2.5, 2.6, 2.7 y 2.8. y cuyas coordenadas Lambert y cotas sobre el

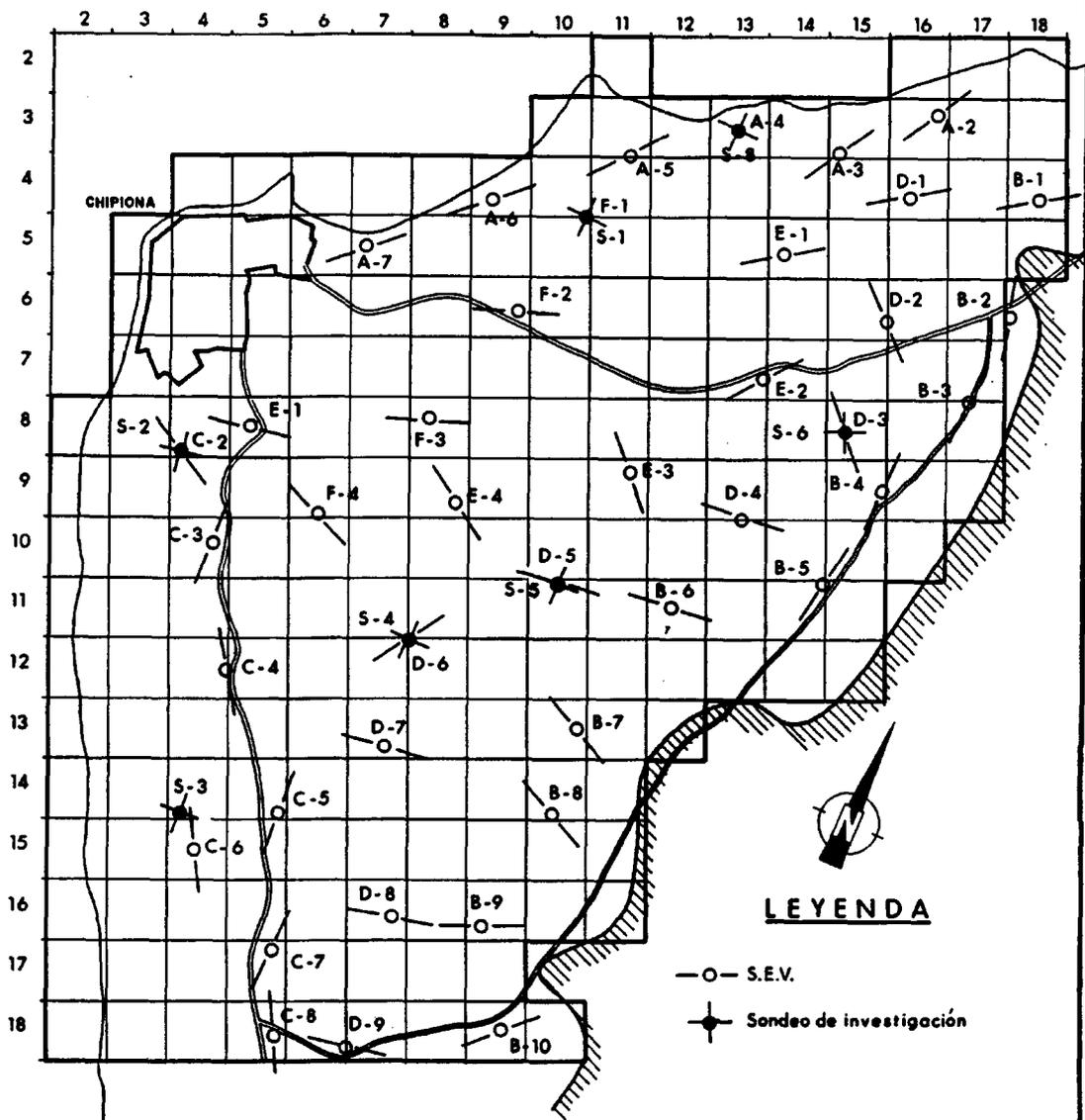
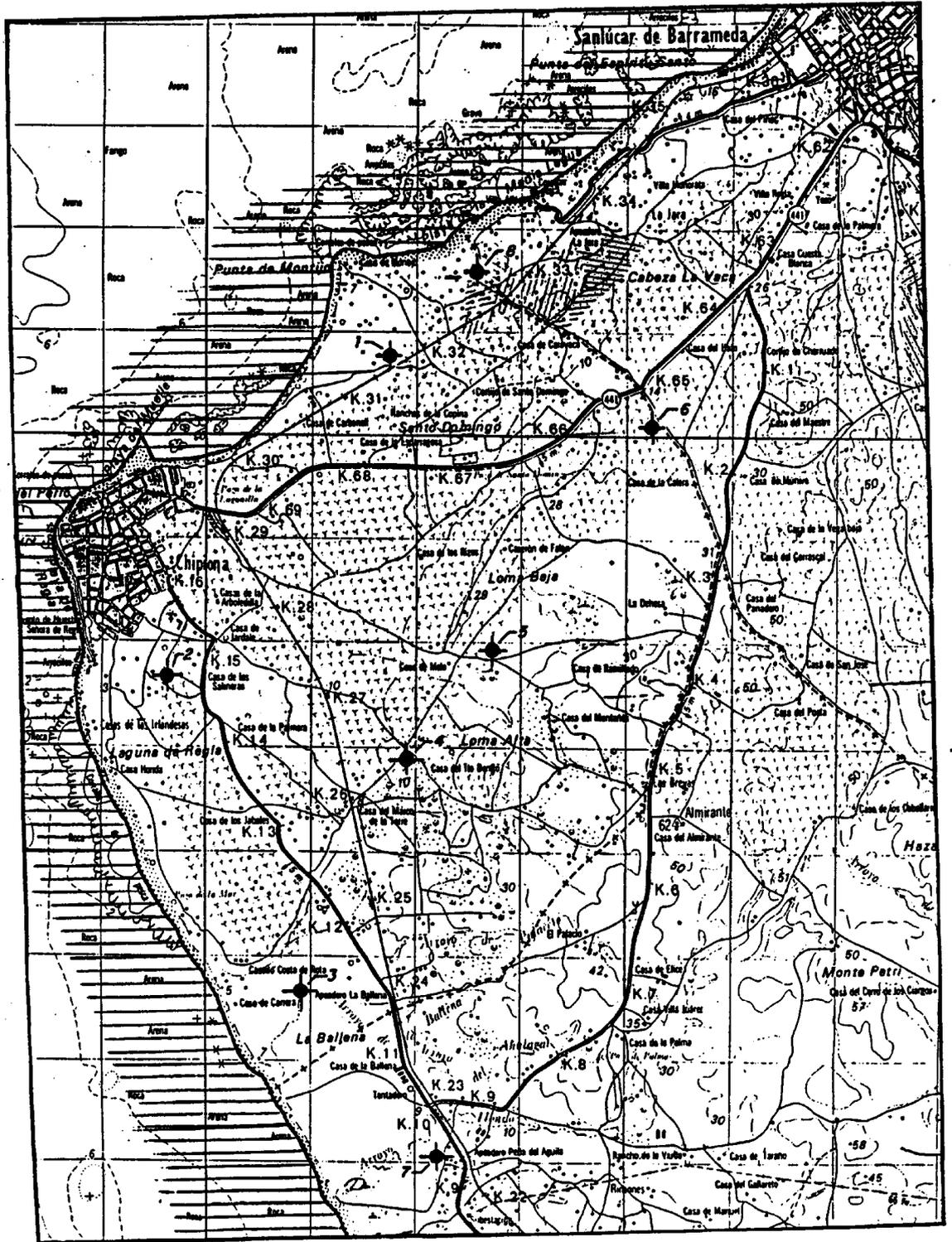


Fig. 1 PLANO DE SITUACION DE S.E.V.

**SONDEOS DE INVESTIGACION
ACUIFERO
ROTA · SANLUCAR · CHIPIONA**

**Fig. 2 PLANO DE SITUACION DE
LOS SONDEOS**

— ESCALA 1:50.000



nivel del mar son las siguientes:

	X	Y	Cota s.n.m.	Prof. margas	Cota muro m.s.n.m.
Sondeo n° 1	257,100	243,200	5 m.	14 m.	- 9 m.
Sondeo n° 2	239,925	240,350	6 m.	10 m.	- 4 m.
Sondeo n° 3	356,050	237,230	4 m.	30 m.	- 26 m.
Sondeo n° 4	357,170	239,500	9 m.	23 m.	- 14 m.
Sondeo n° 5	358,125	240,425	12 m.	23 m.	- 11 m.
Sondeo n° 6	359,800	342,550	14 m.	30 m.	- 16 m.
Sondeo n° 7	357,290	235,550	7 m.	12 m.	- 5 m.
Sondeo n° 8	358,100	244,125	4 m.	15 m.	- 11 m.

Con todo ello se elaboró el plano de isobatas del acuífero fig. n° 3 en el que se indica las zonas donde se han modificado las cotas del muro respecto a informes anteriores.

2.2. Parámetros Hidrodinámicos

Se dispone tan solo de 3 ensayos de bombeo realizados en diciembre de 1985 en los sondeos de investigación 4, 5 y 6 de una duración de 6 horas, 7 horas y 6 horas 39 minutos respectivamente.

Sondeo n° 4: $T = 3,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$

Sondeo n° 5: $T = 3,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$

Sondeo n° 6: $T = 3,66 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$

La ausencia de datos sobre control de piezómetros durante las pruebas de bombeo imposibilitó conocer valores de porosidad eficaz, por lo que éste parámetro se ha estimado entre 2-5% según los conocedores de la zona.

2.3. Niveles Piezométricos

Aunque se disponía en el inventario de puntos de agua de datos históricos (1966) de piezometría, pero parámetros como resultado de un único ensayo de bombeo y teniendo en cuenta que la explotación del acuífero

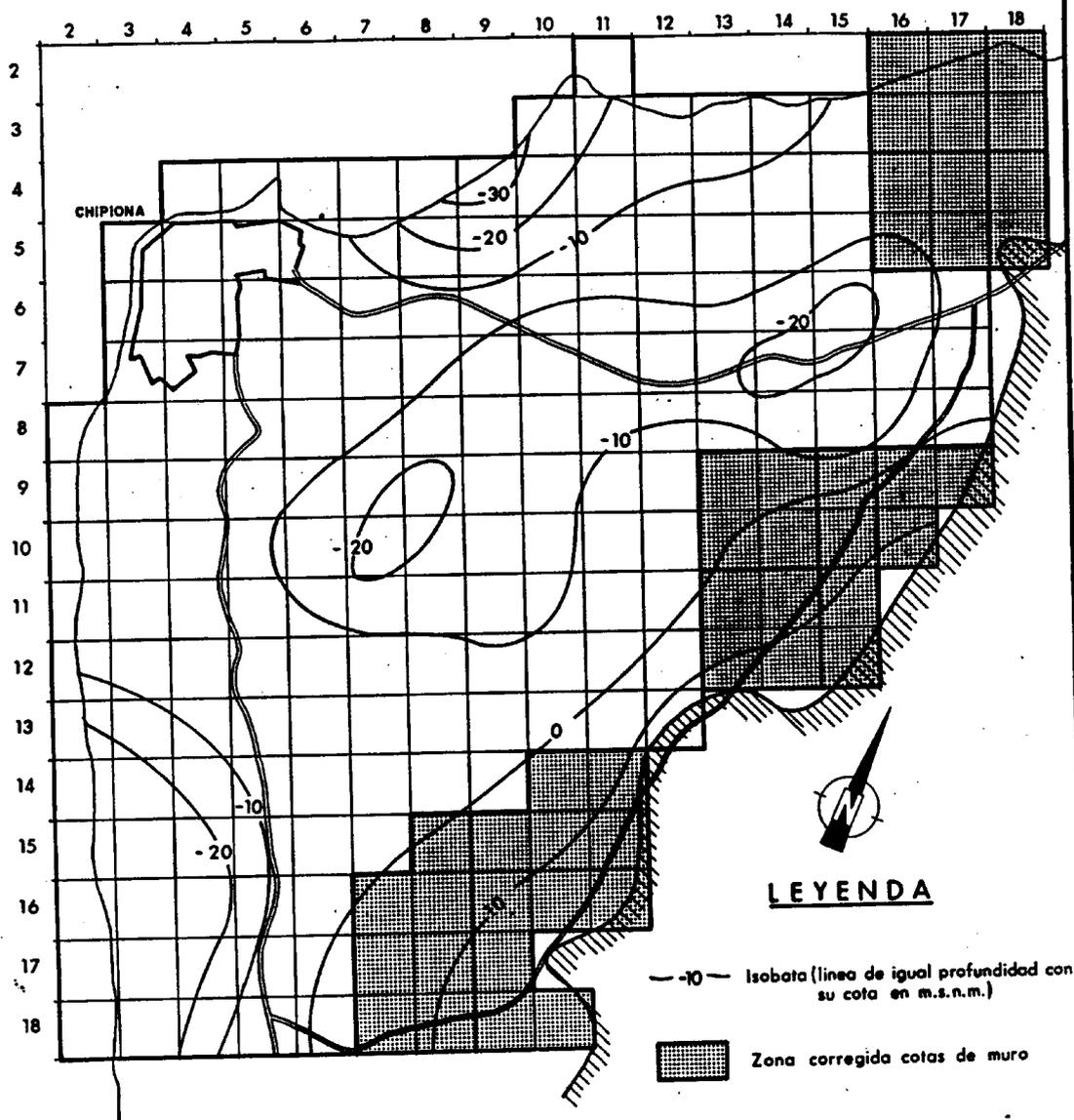


Fig. 3 COTAS DEL MURO DEL ACUIFERO

ro eradel orden de 2 hm³/año, por lo que habría que realizar la calibración en permanente con bombeos, se optó por elegir como niveles inicia-- les los correspondientes a diciembre de 1984 (fig. n° 4) fecha a partir de la cual se conoce mejor la distribución espacial de dichos bombeos.

2.4. Recargas

- Infiltración por lluvia

La alimentación del acuífero se produce fundamentalmente por in filtración de agua de lluvia. Para calcular este parámetro se han recopi-- lado los datos de precipitación media anual de las estaciones 906 Sanlú-- car, 906-0 Capacitación Agraria y 909 Rota. (Cuadro n° 1)

La infiltración se ha considerado el 18% de la lluvia útil, -- por lo que si estimamos esta en 100 mm. los recursos renovables serían -- del orden de 8 hm³/año, hipótesis más conservativa que en anteriores infor-- mes. La escorrentía superficial se considera despreciable.

- Retorno por regadío.

Otra fuente de alimentación del acuífero es la de retorno por regadío. Este parámetro de difícil estimación, pero de gran importancia de cara al balance del acuífero, pues supone un volumen de agua significa-- tivo en una zona en la que actualmente los bombeos superan a los recursos renovables del sistema.

Siguiendo con la hipótesis conservativa mantenida en la reali-- zación del modelo, se ha considerado un porcentaje de retorno del 20%, - (40% en anteriores informes), pues suponemos que las técnicas de riego por goteo han reducido las dotaciones por cultivo y también el coeficien-- te de retorno.

CUADRO N° 1. PRECIPITACIONES MEDIAS: SANLUCAR-ROTA-CHIPIONA

AÑO 1985													
ESTACION	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	P. TOTAL (mm)
906 SANLUCAR	138,9	65,6	3,1	46,9	25,4	16,0	0,0	0,0	0,0	0,0	58,4	56,0	410,3
909 ROTA	80,7	69,2	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
906-0 CAPACITA. AGRARIA	141,9	67,5	2,5	54,1	27,0	9,8	0,0	0,0	0,0	0,1	63,1	83,3	449,3
P.MEDIA	140,4	66,5	2,8	50,5	26,2	12,9	0	0	0	0,5	60,75	69,65	429,8
I = 18% Pm	25,27	11,97	0,50	9,09	4,71	2,32	0	0	0	0,09	10,93	12,53	77,39

AÑO 1986													
906 SANLUCAR	30,5	96,4	14,0	45,9	10,4	1,7	0,0	0,0	16,2	24,0	100,4	19,8	359,3
909 ROTA	25,5	103,0	18,0	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0	44,0	3,0	94,0	0,0	301,5
906-0 CAPACITA. AGRARIA	37,2	110,1	37,5	49,5	6,5	2,7	0,0	0,0	16,4	39,5	93,2	19,0	411,6
P.MEDIA	31,06	103	23,16	36,4	5,6	1,46	0	0	25,5	22	95,8	12,9	357,4
I = 18% Pm	5,59	18,54	4,16	6,55	1	0,26	0	0	4,59	3,96	17,24	2,32	64,21

CUADRO N° 1. PRECIPITACIONES MEDIAS: SANLUCAR-ROTA-CHIPIONA

ESTACION	AÑO 1987												P.TOTAL (mm)
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	
906 SANLUCAR	141,5	112,2	6,0	39,4	0,0	0,0	0,0	34,5	19,0	119,9	30,2	212,1	715,7
909 ROTA	82,5	36,0	-	23,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0	120	46,5	-	-
906-0 CAPACITA. AGRARIA	139,4	136,8	6,0	42,2	2,0	-	0,0	31,0	31,2	138,2	43,7	240,9	811,4
P.MEDIA	140,45	124,5	6,0	40,8	1,0	0	0	32,75	25,1	129,05	36,95	226,5	763m5
I = 18% Pm	25,28	22,41	1,08	7,34	0,18	0	0	5,89	4,51	23,22	6,65	40,77	137,33

ESTACION	AÑO 1988												P.TOTAL (mm)
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	
906 SANLUCAR	109	24,3	4,7	3,8	42,5	23,1	0,0	-	-	-	-	-	-
909 ROTA	85,5	11,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
906-0 CAPACITA. AGRARIA	25,3	5,9	4,3	41,5	21,0	0,6	-	-	-	-	-	-	-
P.MEDIA	67,15	15,1	4,5	22,65	31,75	11,85	0	-	-	-	-	-	-
I = 18% Pm	12,08	2,71	0,81	4,077	5,71	2,13	-	-	-	-	-	-	-

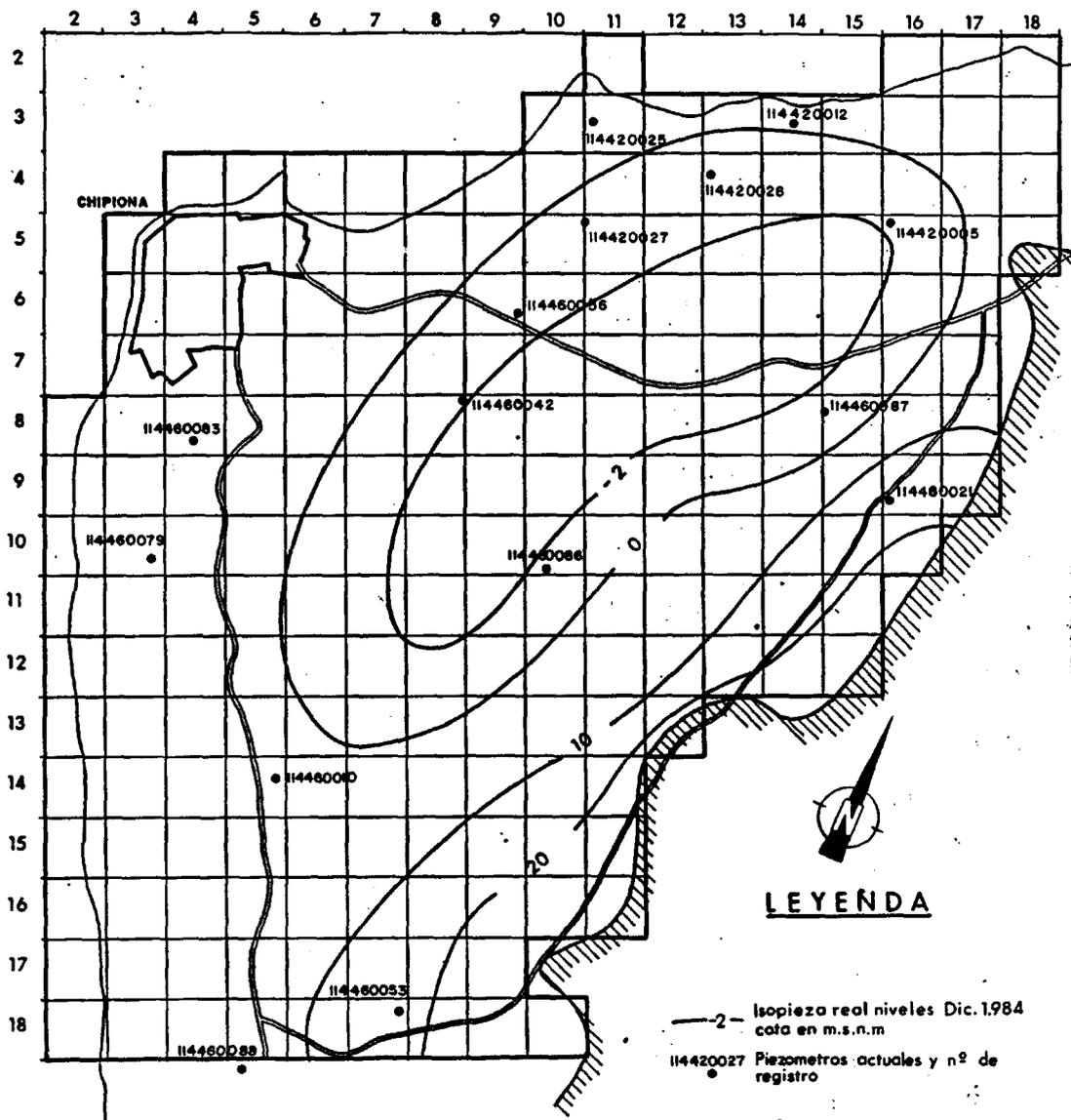


Fig. 4 ISOPIEZAS DICIEMBRE 1984 Y SITUACION DE PIEZOMETROS

2.5. Extracciones

La superficie en regadío en la zona de Sanlúcar-Rota-Chipiona, se encuentra localizada principalmente en la zona norte del acuífero y - concentrada en los términos municipales de Sanlúcar de Barrameda y Chi-- piona.

El riego se realiza de forma exclusiva con aguas subterráneas procedentes del propio acuífero a través de más de 600 obras, pozos arte sianos o sondeos cuyos caudales medios se sitúan entre 1 y 3 l/sg.

La elaboración de los datos de superficie regada, caudales bom beados y dotaciones por cultivo, se ha realizado en base a la informa-- ción facilitada por la Cámara Agraria de Chipiona, delegados de agricul-- tura de los Ayuntamientos, empresas de riego, TRAGSA y el IARA.

A continuación se resumen los datos ya reelaborados sobre su-- perficie en regadío, volúmenes de agua bombeados y dotaciones para los - años 1985 a 1988, que se utilizarán en el modelo para calibración en ré-- gimen transitorio.

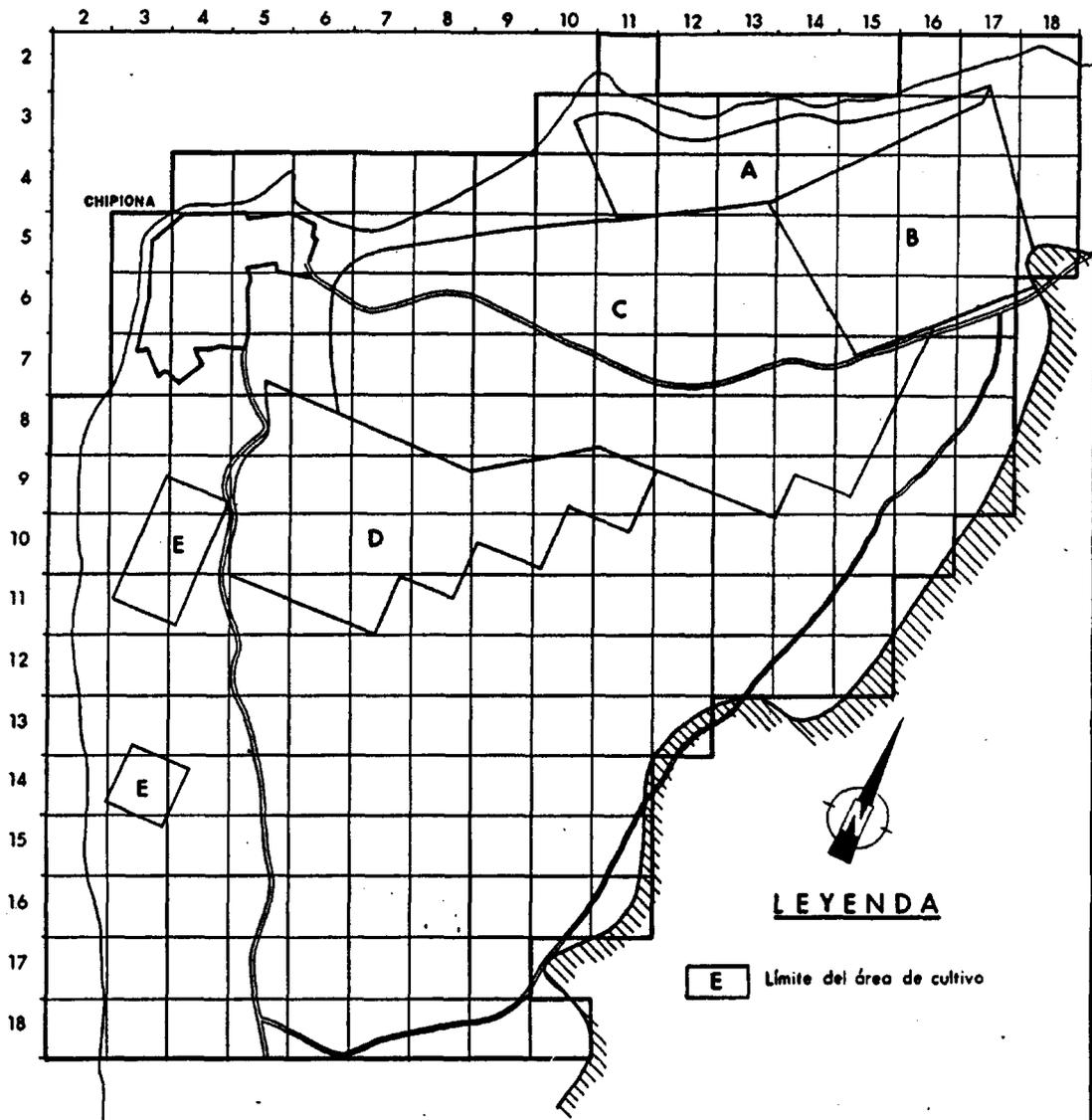


Fig. 5 DISTRIBUCION DE AREAS DE CULTIVO DE REGADIO

CUADRO N° 2.: EXPLOTACION DEL ACUIFERO

AÑO 1985Hectáreas en riego por sectores y características del riego

Sector A: 85 Has. en riego de las cuales son:

10 Has. Frutales

15 Has. invernadero

60 Has. cultivos al aire libre

Sector B: 100 Has. en riego de las cuales son:

20 Has. Frutales

15 Has. invernadero

65 Has. cultivos al aire libre.

Sector C: de las 600 Has. en riego hay:

65 Has. de Frutales

60 Has. de invernadero

475 Has. cultivos al aire libre.

Sector D: 180 Has. en riego hay:

35 Has. de Frutales

35 Has. de invernadero

110 Has. aire libre

Sector E: de las 20 Has. en riego hay:

2 Has. de Frutales

8 Has. de invernadero

10 Has. de cultivo aire libre.

Total Hectáreas de Frutales año 1985	132 Has
Total Hectáreas de invernadero año 1985	133 Has
Total Hectáreas de cultivos aire libre	720 Has.
 Total Hectáreas en regadio	 985 Has.

Caudales bombeados por sectores

Sector A: 10 Has Frutales a 10.800 m ³ /Ha/año	108.000 m ³
15 Has invernaderos: 85% Hortícolas 13 Has x 6240 m ³ /Ha/año	81.120 m ³
15% Flores 3 Has x 17.000 m ³ /Ha/año	51.000 m ³
60 Has cultivos aire libre 60 Ha x 10.500 m ³ /Ha/año:	630.000 m ³
 Total año Sector A	 870.120 m ³
 Sector B:	
20 H. Frutales	216.000 m ³
15 H. invernaderos	81.120 m ³
	51.000 m ³
65 H. aire libre	682.500 m ³
 Total año	 1.030.620 m ³
 Sector C:	
 Total año	 6.193.020 m ³
 Sector D:	
 Total año	 1.826.720 m ³

Sector E:

Total año 198.040 m³

TOTAL AÑO 1985 en todos los sectores: 10.118.520 m³

Año 1986

Hectáreas en riego por sectores y características del riego

Sector A: 85 Has. en riego repartidas así:

Frutales	5 Has
Invernaderos	17 Has
Aire libre	63 Has

Sector B: Las Hectáreas en riego son 105:

Frutales	18 Has
Invernadero	15 Has
Aire libre	72 Has

Sector C: 630 Has repartidas

Frutales	65 Has
Invernaderos	60 Has
Aire libre	505 Has

Sector D: De las 185 Has en riego corresponden:

Frutales	35 Has
Invernaderos	35 Has
Aire libre	115 Has

Sector E: 20 Has en riego

Frutales	2 Has
Invernaderos	8 Has
Aire libre	10 Has

Total Has Frutales	125 Has
Total Has Invernadero	135 Has
Total Has Aire Libre	765 Has
Total Hectáreas en riego	1025 Has.

Caudales bombeados por sectores

Sector A:	929.180 m ³
Sector B:	1.140.840 m ³
Sector C:	6.766.260 m ³
Sector D:	2.029.860 m ³
Sector E:	196.320 m ³
TOTAL AÑO 1986	11.062.460 m ³

Dotaciones:

Aire libre	10.500 m ³ /Ha/año
Frutales	10.800 m ³ /Ha/año
Invernadero	60% Flores 17.000 m ³ /Ha/año
	40% Hortíc. 6.240 m ³ /Ha/año

Año 1987

Hectáreas en riego por sectores y características

Sector A: 90 Has.

Frutales	5 Has
Invernadero	17 Has
Aire libre	68 Has

Sector B: 110 Has

Frutales	20 Has
Invernadero	18 Has
Aire libre	72 Has

Sector C: 655 Has

Frutales	70 Has
Invernadero	67 Has
Aire libre	518 Has

Sector D: 200 Has

Frutales	36 Has
Invernadero	40 Has
Aire libre	124 Has

Sector E: 30 Has

Frutales	2 Has
Invernadero	8 Has
Aire libre	20 Has

Total Has Frutales	133 Has
Total Has Invernaderos	150 Has
Total Has Aire libre	802 Has
 TOTAL N° Has	 1.085 Has

Caudales bombeados por sectores/año 1987

Sector A	981.680 m ³
Sector B	1.202.680 m ³
Sector C	7.043.480 m ³
Sector D	2.198.640 m ³
Sector E	335.320 m ³
Total año 1987	11.761.800 m ³

Estos volúmenes han sido calculados idénticamente a los del año 1986

Dotaciones:

Aire libre	10.500 m ³ /Ha/año
Frutales	10.800 m ³ /Ha/año
Invernadero 60% Flores	17.000 m ³ /Ha/año
40% Hortícola	6.240 m ³ /Ha/año

Año 1988

Hectáreas en riego por sectores y características

Sector A: 105 Has en riego

Frutales	5 Has
Invernadero	30 Has
Aire libre	70 Has

Sector B: 110 Has en riego

Frutales	15 Has
Invernadero	38 Has
Aire libre	57 Has

Sector C 700 Has en riego

Frutales	58 Has
Invernadero	90 Has
Aire libre	552 Has

Sector D: 225 Has. en riego

Frutales	34 Has
Invernadero	70 Has
Aire libre	121 Has

Sector E: 35 Has en riego

Frutales	2 Has
Invernadero	14 Has
Aire libre	19 Has

Total Has Frutales	114 Has
Total Has Invernaderos	242 Has
Total Has Aire libre	819 Has

TOTAL HECTAREAS 1.175 Has

Caudales bombeados por sectores/año 1988

Sector A	1.234.440 m ³
Sector B	1.320.420 m ³
Sector C	7.758.720 m ³
Sector D	2.677.060 m ³
Sector E	426.820 m ³
TOTAL	13.417.460 m ³

Estos volúmenes se obtienen aplicando las mismas dotaciones que para los restantes años, salvo en invernadero que en este año la proporción es: 80% Flores y 20% Hortícola

Modulación Mensual Invernaderos Hortícolas

Enero	4% del volúmen total
Febrero	6%
Marzo	10%
Abril	10%
Mayo	14%
Junio	7%
Julio	17%
Agosto	4%
Septiembre	10%
Octubre	9%
Noviembre	5%
Diciembre	4%
Total	100%

Modulación Mensual en invernaderos con Flores

Enero	4%	del volumen total
Febrero	5%	
Marzo	8%	
Abril	9%	
Mayo	17%	
Junio	10%	
Julio	8%	
Agosto	12%	
Septiembre	11%	
Octubre	8%	
Noviembre	5%	
Diciembre	3%	
Total	100%	

En resumen los caudales bombeados superan con mucho los recursos renovables del acuífero que en el Proyecto FAO se estimaron en $8.8 \text{ hm}^3/\text{año}$.

1985	$10,12 \text{ hm}^3$
1986	$11,06 \text{ hm}^3$
1987	$11,76 \text{ hm}^3$
1988	$13,42 \text{ hm}^3$

3. PROGRAMA DIGITAL UTILIZADO

El programa es el elaborado por el P.C. Trescott, G.F. Pinder y S.P. Larson, "Finite difference model for Simulation of Ground-water flow in two dimension" (U S Geological Survey, September, 1975), con las modificaciones realizadas por C.G.S., S.A.

El programa en su versión original es capaz de simular en dos dimensiones, la respuesta de un acuífero a lo largo del tiempo sometido a unas sollicitaciones exteriores también variables en el tiempo y en el espacio.

El acuífero puede ser libre, confinado o semiconfinado y permite el paso de libre a confinado.

El acuífero puede ser totalmente heterogéneo, anisótropo, (con los ejes del tensor de transmisividades paralelo a las direcciones del mallado) y de forma irregular.

Se discretiza mediante una malla rectangular pudiendo ser ésta variable.

El modelo permite simular ríos, manantiales y percolación de agua a través de un lecho o capa semipermeable en la que exista un coeficiente de almacenamiento no nulo.

Permite simular una recarga por lluvia y recargas o extracciones en pozos o sondeos pero situándolos en los centros geométricos de las celdas (nudos). También se puede simular la evapotranspiración en zonas encharcadas como función lineal del nivel piezométrico.

El programa resuelve las ecuaciones del flujo para todos los nudos de la malla y forma así un sistema de tantas ecuaciones e incógnitas como nudos tiene el mallado.

Para la resolución del sistema de ecuaciones, el usuario puede elegir entre 3 métodos de resolución por aproximaciones sucesivas: el procedimiento implícito de dirección alternante (IADI), el de sobrerelajación lineal (LSOR) y el fuertemente implícito (SIP).

De los 3 métodos, el de sobrerelajación lineal se encuentra actualmente en desuso al no presentar ninguna ventaja frente a los otros dos. El fuertemente implícito es el que necesita menor número de iteraciones para la resolución del sistema de ecuaciones y es por ello el más rápido y el más usado. Por el contrario este método tiene la desventaja de necesitar mayor cantidad de memoria de ordenador que el IADI, por lo que puede ser decisivo a la hora de utilizar el programa en un sistema informático de pequeña capacidad.

El listado de salida del programa, además de los datos de entrada, proporciona los siguientes datos para cada intervalo de tiempo simulado (pueden eliminarse los que no se deseen):

- Matriz de potencial hidráulico y de diferencias con el potencial hidráulico de partida.
- Planos de escala de distribución de potencial hidraúlico y de diferencias con potencial hidráulico de partida.
- Número de iteraciones necesarias para la resolución del sistema de ecuaciones y máxima variación del nivel piezométrico en cada iteración.

Como ventajas adicionales destacan (entre otras) :

- Dimensionado dinámico de matrices: no se dimensionan automáticamente aquellas que no son necesarias en las opciones de simulación utilizadas, lo que implica un ahorro de memoria.
- Facilidades de almacenamiento en disco.

Las modificaciones realizadas al programa original permiten :

- = Introducir recargas por lluvia, o en general cualquier tipo de recargas o extracciones distribuidas superficialmente, variables no sólo en el espacio (contemplado en la versión original) sino también en el tiempo.

- = Que el programa dibuje gráficos de las evoluciones reales y simuladas en los puntos de control.

- Que las extracciones se puedan introducir por zonas (especificándose previamente las celdas en las que hay que repartir los volúmenes bombeados), introduciendo para cada paso de tiempo los volúmenes totales para cada zona.

- El programa puede calcular los balances para diferentes ríos individualmente.

4. CONFIGURACION DEL SISTEMA Y DISCRETIZACION EN CELDAS DEL ACUIFERO

El acuífero se discretizó mediante una malla regular de 19 filas y 19 columnas. El tamaño de las celdas es de 500 m con el eje X e Y.

El área modelada no corresponde a la totalidad del acuífero, - habiéndose modelizado aproximadamente unos 51 km² de los 88 km² que corresponden a la totalidad del mismo. Se decidió modelizar solo esta zona debido a que en la zona sur del acuífero se disponía de menos datos de - piezometría y la geometría del acuífero en profundidad no es bien conocida.

Esta simplificación hay que tenerla en cuenta a la hora de definir las condiciones en los límites del modelo.

Para configurar el sistema se definieron los siguientes límites:

- Límite de nivel constante en las celdas en contacto con el mar.
- Límite impermeable en la zona este del acuífero en contacto con las margas.
- Límite de nivel constante en la zona sur del modelo, pues si bien en la mitad sur del acuífero donde no hay explotación y las isopiezas indican que flujo es hacia el mar, puede haber un caudal de paso hacia la zona sobreexplotada a tener en cuenta a la hora del balance.

El acuífero se simula como un acuífero libre siendo la transmisividad función del espesor saturado ($T = K.b$) a lo largo del tiempo de simulación.

5. CALIBRACION DEL MODELO

La calibración o calado de un modelo consiste en determinar para cada malla del dominio los valores del potencial inicial, parámetros hidrodinámicos (T y S) y los caudales intercambiados con el exterior para cada paso de tiempo.

Dado que en un acuífero siempre conocemos datos puntuales de T y S y de caudales de entrada o salida, pero nunca conocemos bien los parámetros hidrodinámicos de cada nudo, ni que tampoco tenemos la certeza de que el caudal asignado a cada celda sea el bueno, es necesario calar o ajustar los diferentes parámetros.

La calibración se realiza en dos fases sucesivas:

- a) En régimen permanente, se calan los caudales, las condiciones en los límites y las transmisividades (o permeabilidades si el acuífero es libre).
- b) En régimen transitorio, se mejora la definición de los caudales y se calan los coeficientes^S de almacenamiento.

5.1. Calibración en régimen permanente

Esta primera calibración tiene como objetivo el ajuste de los caudales, las condiciones en los límites y los parámetros hidrodinámicos de cada uno de los nudos del modelo, de tal forma que se pueda simular el comportamiento real del acuífero.

Para ello se simuló un periodo de tiempo suficiente hasta alcanzar el régimen permanente y en el que se fueron ajustando las permeabilidades principalmente en los bordes del acuífero.

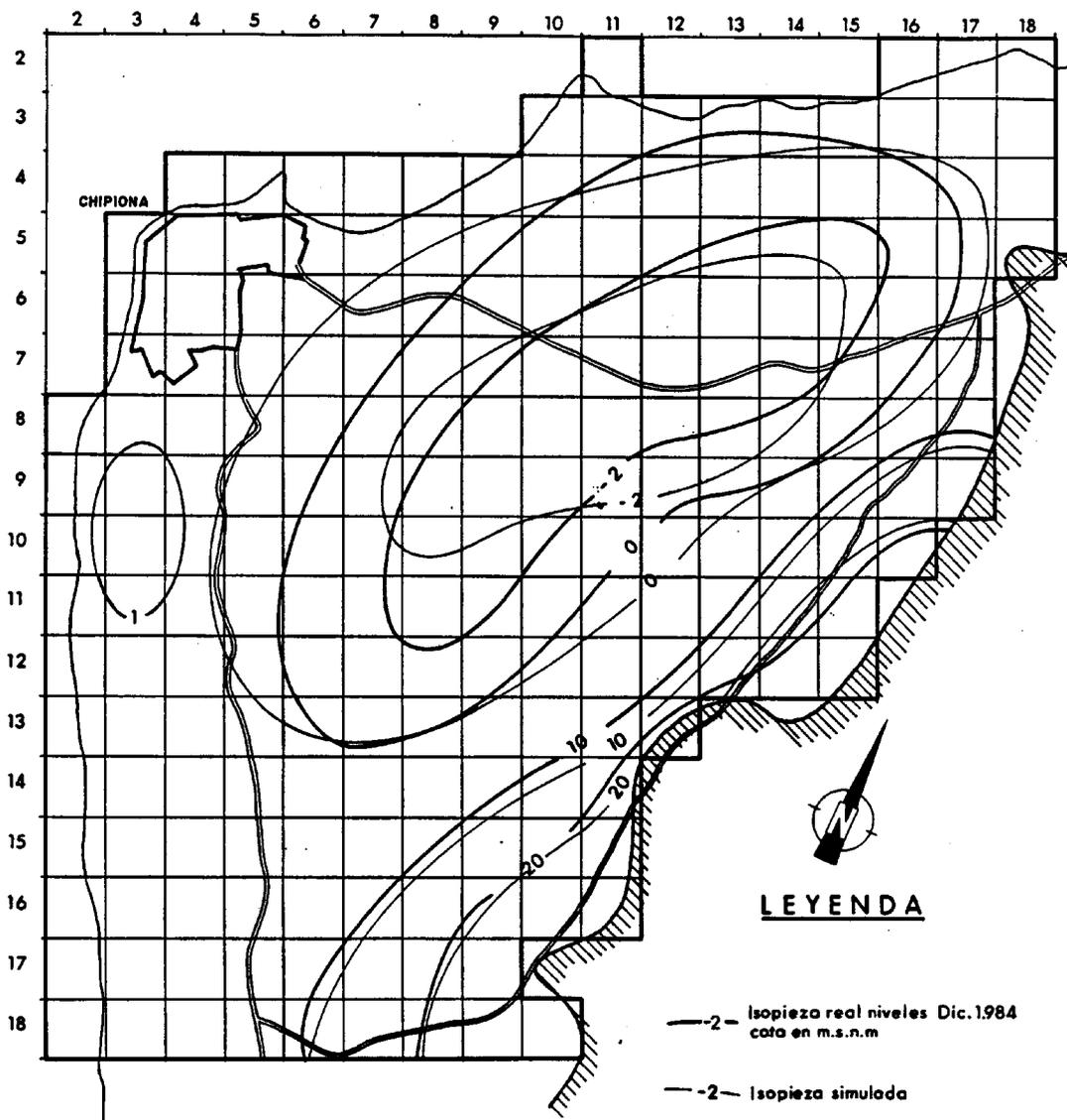


Fig. 6 CALIBRACION EN REGIMEN PERMANENTE

La primera calibración del modelo se ha realizado con permeabilidades comprendidas entre 10^{-3} y 10^{-4} m/s y en la figura nº 6 puede verse el ajuste de niveles conseguido.

El balance medio para el acuífero es el siguiente:

	($\text{hm}^3/\text{año}$)
Infiltración por lluvia	4,3
Bombeos netos	-8
Entradas nudos nivel	4,13
Salidas al mar	-0,33
Variación del almacenamiento	0

A la vista de las isopiezas, se observa unos descensos del nivel piezométrico, que si bien no pudieron considerarse significativos a nivel de todo el acuífero, si lo son a escala local por la excesiva concentración de las extracciones con el consiguiente problema de sobreexplotación en la zona norte del acuífero.

En el balance destacamos que las salidas al mar son muy pequeñas, $0,33 \text{ hm}^3/\text{año}$, en el área modelada, factor a tener en cuenta por los posibles fenómenos de intrusión marina ya detectados en el sector costero comprendido entre Sanlúcar de Barrameda y La Ballena.

**II.3. CUENCA DEL EBRO: ACTUALIZACION DEL MODELO
MATEMATICO DEL ALUVIAL DEL RIO OJA PARA EL
PERIODO 1985 -1989**



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

**ACTUALIZACION DEL MODELO MATEMATICO
ALUVIAL DEL RIO OJA PARA EL PERIODO
1985-1989.**

Noviembre de 1990



MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO

INDICE

	Pág. -----
1. INTRODUCCION Y OBJETIVOS	1
2. CARACTERISTICAS GENERALES DEL ACUIFERO	5
3. PROGRAMA DIGITAL UTILIZADO	7
4. CONFIGURACION DEL SISTEMA Y DISCRETIZACION DE CELDAS DEL ACUIFERO	11
5. DATOS NECESARIOS PARA LA REALIZACION DEL MODELO	13
5.1. Niveles piezométricos	13
5.2. Parámetros hidrodinámicos y geométricos	14
5.3. Recargas y extracciones	15
5.3.1. Recarga por lluvia	
5.3.2. Extracciones	
6. CALIBRACION DEL MODELO	25
6.1. Calibración en régimen permanente	26
6.2. Calibración en régimen transitorio para el período 1985-89	29
7. RESUMEN Y CONCLUSIONES	32
8. BIBLIOGRAFIA	34

INDICE DE CUADROS

1. Valores de ETR y lluvia útil según Coutagne y Turc
2. Pluviometrias medias para el período 1985-1989
3. Bombeos para uso agrícola
4. Retorno por riegos de aguas superficiales
5. Bombeos para abastecimiento urbano
6. Balance volumétrico del acuífero

INDICE DE PLANOS

1. MAPA DE ISOPIEZAS ABRIL 1985
2. MAPA DE COTAS DEL MURO
3. MAPA DE TRANSMISIVIDADES
4. MAPA DE RECARGA MEDIA POR LLUVIA
5. MAPA DE EXPLOTACION DEL ACUIFERO
6. PLANO DE CALIBRACION DE PIEZOMETROS PARA EL PERIODO 1985-1989

ANEXO - I

- Listado de datos de entrada para el período 85-89
- Listado de salida de resultados

1.- INTRODUCCION Y OBJETIVOS

El presente trabajo se desarrolla dentro del Proyecto "Estudios Hidrogeológicos complementarios en el Emplazamiento de la Central Nuclear de Ascó y Actualización de modelos matemáticos en las cuencas del Ebro, Duero y Guadalquivir", integrándose en el apartado de Actualización de modelos matemáticos.

La actualización del modelo matemático del Aluvial del río Oja, se ha realizado en el ordenador IBM-4361 del ITGE, cumpliendo uno de los objetivos ya marcados en el Proyecto "Incorporación al Sistema Informático del ITGE de modelos de flujo y gestión de acuíferos con aplicación en cuencas del Tajo, Ebro, Guadiana y Duero" (1985-86-87), de eliminar la dependencia, que existía entonces, de otros ordenadores de empresas contratistas.

En el marco de dicho Proyecto se realizó un primer modelo matemático del Aluvial del río Oja, calibrándose en régimen permanente y en transitorio para el período 1985-1986. Los objetivos del modelo fueron:

- Simular el funcionamiento hidrodinámico del acuífero.
- Estudiar la relación río-acuífero.
- Preveer los efectos que nuevas explotaciones producirían

en el mismo.

- Elaborar, las normas o recomendaciones, que en caso de que fuera necesario, para una mejor gestión de los recursos del sistema.

Así pues, la actualización del modelo para el período 1985-1989 cumple los objetivos antes mencionados, al ser una continuación de los trabajos de investigación hidrogeológica que este Organismo viene llevando a cabo durante los últimos años.

Por otro lado, también cumple uno de los objetivos marcados en el anterior Proyecto: la explotación y puesta al día de los modelos matemáticos realizados por el ITGE.

2. CARACTERISTICAS GENERALES DEL ACUIFERO

La Cuenca del río Oja se sitúa dentro del sistema acuífero nº 63 "Borde mesozoico de las Sierras de la Demanda y Cameros".

La zona de estudios es el acuífero aluvial del río Oja, principal nivel acuífero de la región tiene una superficie aproximada de 70 Km² con un espesor medio de 10 metros, lo que supone un volumen total de material detrítico de 700 hm³.

El acuífero es libre, su límite inferior es netamente erosivo sobre las unidades detríticas neógenas que rellenan la fosa tectónica Ebro-Rioja. Ocupa el cauce actual del río, la terraza más baja (T10) y la terraza baja (T8).

El río nace en la Sierra de la Demanda y desemboca en el río Tirón. El aluvial se desarrolla de Sur a Norte paralelamente al río con una longitud de 30 Km, entre los términos de Ojacastró y Casalarreina y una anchura que no llega al Km. en su tramo alto y desembocadura, y de 8 Km. en el tramo medio a la altura del término de Bañares. El mayor desarrollo del acuífero se encuentra en la margen derecha y coincidiendo con este último tramo.

El río, entre Ojacastró y Santurde, recarga el acuífero infiltrando un caudal proporcional al volumen de agua que

posteriormente se drena aguas abajo por los manantiales situados en su margen izquierda y cuyo máximos volúmenes corresponden al mes de Julio. En invierno y primavera el agua drenada por los manantiales es conducida por canales e infiltrada nuevamente en el acuífero cuaternario.

Entre Santurde y Sto. Domingo de la Calzada sólo circula agua por el río en invierno y primavera, coincidiendo con la época de niveles máximos en el acuífero. El río recarga el acuífero y éste se drena por los manantiales, destacando el de Patagallina.

A partir de Villalobar y hasta Casalarreina se origina el estrechamiento nuevamente del aluvial, drenándose el acuífero por los manantiales y directamente por el río.

Por último a partir de Casalarreina el acuífero aluvial se drena por el río Oja, situándose su principal zona de descarga 1,5 Km. aguas abajo del término municipal.

3. PROGRAMA DIGITAL UTILIZADO

El programa es el elaborado por el P.C. Trescott, G.F Pinder y S.P. Larson, "Finite difference model for Simulation of Ground-water flow in two dimension" (U S Geological Survey, September, 1975), con las modificaciones realizadas por C.G.S., S.A.

El programa en su versión original es capaz de simular en dos dimensiones, la respuesta de un acuífero a lo largo del tiempo sometido a unas sollicitaciones exteriores también variables en el tiempo y en el espacio.

El acuífero puede ser libre, confinado o semiconfinado y permite el paso de libre a confinado.

El acuífero puede ser totalmente heterogéneo, anisótropo, (con los ejes del tensor de transmisividades paralelo a las direcciones del mallado) y de forma irregular.

Se discretiza mediante una malla rectangular pudiendo ser ésta variable.

El modelo permite simular ríos, manantiales y percolación de agua a través de un lecho o capa semipermeable en la que exista un coeficiente de almacenamiento no nulo.

Permite simular una recarga por lluvia y recargas o extracciones en pozos o sondeos pero situándolos en los centros

geométricos de las celdas (nudos). También se puede simular la evapotraspiración en zonas encharcadas como función lineal del nivel piezométrico.

El programa resuelve las ecuaciones del flujo para todos los nudos de la malla y forma así un sistema de tantas ecuaciones e incógnitas como nudos tiene el mallado.

Para la resolución del sistema de ecuaciones, el usuario puede elegir entre 3 métodos de resolución por aproximaciones sucesivas: el procedimiento implícito de dirección alternante (IADI), el de sobrerelajación lineal (SOR) y el fuertemente implícito (SIP).

De los 3 métodos, el de sobrerelajación lineal se encuentra actualmente en desuso al no presentar ninguna ventaja frente a los otros dos. El fuertemente implícito es el que necesita menor número de iteraciones para la resolución del sistema de ecuaciones y es por ello el más rápido y el más usado. Por el contrario este método tiene la desventaja de necesitar mayor cantidad de memoria de ordenador que el IADI, por lo que puede ser decisivo a la hora de utilizar el programa en un sistema informático de pequeña capacidad.

El listado de salida del programa, además de los datos de entrada, proporciona los siguientes datos para cada intervalo de tiempo simulado (pueden eliminarse los que no se

deseen):

- Matriz de potencial hidráulico y de diferencias con el potencial hidráulico de partida.
- Planos a escala de distribución de potencial hidráulico y de diferencias con potencial hidráulico de partida.
- Número de iteraciones necesarias para la resolución del sistema de ecuaciones y máxima variación del nivel piezométrico en cada iteración.

Como ventajas adicionales destacan (entre otras):

- Dimensionado dinámico de matrices: no se dimensionan automáticamente aquellas que no son necesarias en las opciones de simulación utilizadas, lo que implica un ahorro de memoria.
- Facilidades de almacenamiento en disco.

Las modificaciones realizadas al programa original permiten:

- Introducir recargas por lluvia, o en general cualquier tipo de recargas o extracciones distribuidas superficialmente, variables no sólo en el espacio (contemplado en la versión original) sino también en el tiempo.
- Que el programa dibuje gráficos de las evoluciones reales y simuladas en los puntos de control.

- Que las extracciones se puedan introducir por zonas (especificándose previamente las celdas en las que hay que repartir los volúmenes bombeados), introduciendo por cada paso de tiempo los volúmenes totales para cada zona.

- El programa puede calcular los balances para diferentes ríos individualmente.

4. CONFIGURACION DEL SISTEMA Y DISCRETIZACION DE CELDAS DEL ACUIFERO

El acuífero se discretizó mediante una malla variable de 33 filas y 16 columnas. El tamaño de las celdas es entre 375-500 m. en el eje de las X y de 500-700m. en el eje de las y.

La figura nº 1 muestra la discretización en celdas del acuífero, realizada en función de morfología del mismo.

Para configurar el sistema se definieron los siguientes límites:

- Límite o borde de caudal impuesto a la altura del término municipal del Santurde.

- Límite impermeable en la zona de contacto con los materiales miocenos y con las terrazas T3, T4, T6, y T7 descolgadas del aluvial.

- Límite de nivel constante en el borde norte del acuífero, por encima de Casalarreina.

El acuífero se simula como un acuífero libre, siendo la transmisividad función del espesor saturado ($T=Kb$) o a lo largo del tiempo de simulación.

Las celdas con río se simulan con la condición del río, es

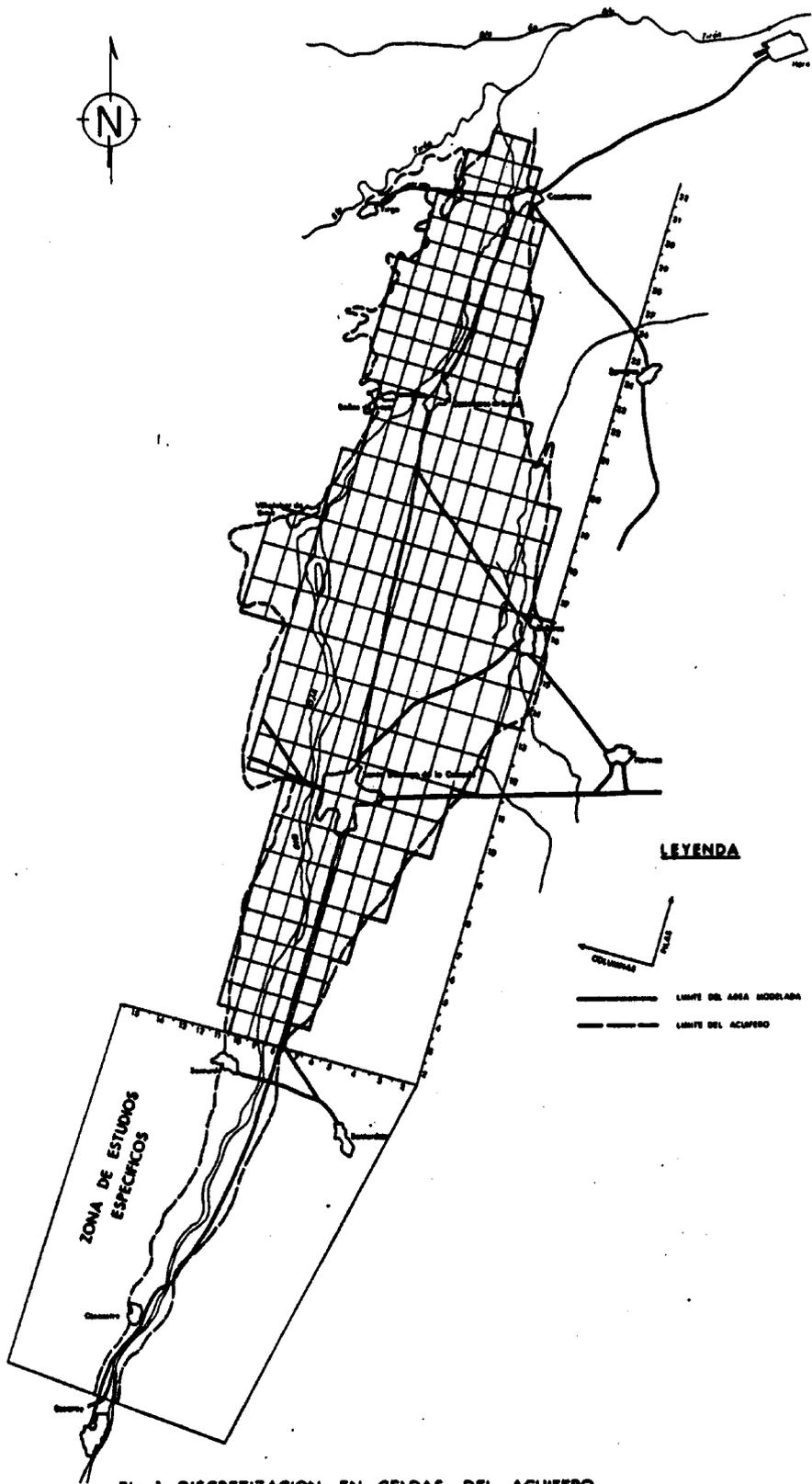


Fig. 1 DISCRETIZACION EN CELDAS DEL ACUIFERO

decir, el aporte de agua del río al acuífero es función lineal de la diferencia entre el nivel piezométrico en el acuífero y el nivel del río, siempre que el nivel del acuífero esté por encima de un determinado nivel situado por debajo del nivel del río (o coincidiendo con éste en la condición de manantial). Si el nivel en el acuífero desciende por debajo de éste, el caudal aportado por el río es constante e independiente de la piezometría ("efecto ducha").

El límite Sur del acuífero en el modelo se situó a partir de Santurde debido al estrechamiento del acuífero desde este término hasta Ezcaray. Para diferenciar las celdas del río de las de aluvial, implicaba una reducción del tamaño de la malla, con el consiguiente incremento del número de celdas en el modelo. Así pues, se optó por simular esta zona con límite de caudal impuesto, calculándose el volumen de agua en función del área de paso, el gradiente y la transmisividad.

5. DATOS NECESARIOS PARA LA REALIZACION DEL MODELO

Para la elaboración de los datos del modelo se partió del informe del "Proyecto de Investigación Hidrogeológica del cuaternario del río Glera" (IGME, 1985).

Posteriormente, se vió necesario el realizar una campaña de nivelación, tanto de piezométricos como del cauce del río, llevado a cabo en Junio de 1987 para un total de 40 puntos.

También se proyectaron y realizaron 10 ensayos de bombeo, así como una campaña de aforos del río y manantiales.

Por último se realizó un inventario exhaustivo de las captaciones para uso agrícola, urbano e industrial en los términos municipales de Villalobar de Rioja, Bañares, Sto. Domingo de la Calzada y Santurde.

5.1. Niveles Piezométricos

Se dispone de medidas de nivel piezométrico a partir de Diciembre de 1984, pero tan solo para un número muy reducido de piezométricos, por lo que se tomaron como niveles de partida los correspondientes a Abril de 1985.

El plano nº 1 muestra el mapa de isopiezas, en base al cual se elaboró la matriz de niveles iniciales en el modelo.

5.2. Parámetros Hidrodinámicos y Geométricos

En el plano nº 3 se indican las transmisividades obtenidas a partir de los ensayos de bombeo.

La transmisividad media del acuífero es del orden de 2.000 m²/día. Los valores superiores corresponden al pozo 80038 en Castañares de Rioja que se encuentra situado sobre un arroyo y al ensayo realizado en la Fuente de Las Abejas que cubre una amplia zona de drenaje del acuífero, lo que justificaría estas transmisividades más elevadas.

En el modelo se introdujeron los datos de permeabilidad para cada celda y el programa calcula la transmisividad como $T=K.b$, siendo b el espesor saturado del acuífero.

Los valores calculados en los ensayos de bombeo para el coeficiente de almacenamiento son del 5% y la porosidad eficaz del acuífero se estimó en un 8%.

Para definir la geometría del acuífero en profundidad se utilizó el informe "Investigación eléctrica del acuífero en Sto. Domingo de la Calzada" (IGME, 1986), al no existir datos de columnas de sondeos o pozos en la zona. En base a este informe y al mapa de isopiezas del aluvial del río Oja se elaboró el mapa de cotas del muro del acuífero (plano nº 2).

5.3. Recargas y Extracciones

5.3.1. Recarga por lluvia

En base al plano de isoyetas del período 1966-67 y 1981-82 se diferenciaron en el modelo 6 zonas de precipitación media. Posteriormente se calcularon los valores de ETR y lluvia útil según Coutagne y Turc.

T₂ Media anual = 11'5°

a) Evapotranspiración real según Coutagne

$$ETR = P - \lambda p_2$$

$$\lambda = \frac{1}{0'8 + 0'14 T}$$

b) Evapotranspiración real según Turc

$$ETR = \sqrt{\frac{P}{0'9 \frac{P_2}{L_2}}} \quad L = 300 + 25T + 0'05T^3$$

El cuadro nº 1 muestra los valores calculados para ETR y lluvia útil por ambos métodos.

CUADRO N° 1

COUTAGNE				TURC			
pm	ETR	LLW	C.E.	Pm	ETR	LLW	C.E.
675	486	189	0'28	675	486	189	0'28
625	463	162	0'26	625	470	155	0'25
575	438	137	0'24	575	449	126	0'22
525	411	114	0'22	525	427	98	0'19
475	382	93	0'20	475	399	76	0'16

Se observa que los valores obtenidos de lluvia útil por el método de TURC son ligeramente inferiores para las precipitaciones medias más bajas. La matriz de recarga para el régimen permanente se elaboró en base a Turc al ser sus valores del mismo orden de magnitud a los utilizados por estudios anteriores en la zona.

Para la simulación en régimen transitorio, se disponía de pocas estaciones con todos los datos de pluviometría mensual para los años 1985 y 1986. Con las estaciones de Belorado (cota 770 m.) y Haro (cota 479 m.) se calcularon la precipitación media mensual de ambas (cuadro n° 2).

Así pues, y en base a los valores obtenidos anteriormente, se ha supuesto que la infiltración para un mes determinado es un 22% de la pluviometría en este mes.

CUADRO N° 2. PLUVIOMETRIAS MEDIAS EN EL ALUVIAL DEL RIO OJA

AÑO 1.985

ESTACION	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	P.TOTAL
BELORADO	48,1	44,3	52,2	54,9	73,4	45,6	54,8	0	0	6	102,7	19,3	501,3
HARO	35,1	16,2	58,8	45,8	64,6	28,0	71,5	0	0	2,6	60,4	22,9	405,9
P. MEDIA	41,6	30,2	55,5	50,3	69,0	36,8	63,1	0	0	4,3	81,5	21,1	453,6
I (22% Pm)	9,1	6,6	12,2	11,0	15,2	8,1	13,8	0	0	0,9	17,9	4,6	99,8

17

AÑO 1.986

ESTACION	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	P.TOTAL
BELORADO	50,4	55,1	31,2	73,9	21,5	ip	ip	ip	72,2	47,1	11,0*	16,8	----
HARO	43,3	45,9	28,8	41,0	26,2	7,5	1,1	2,2	36,5	17,7	14,5	44,4	309,3
P. MEDIA	46,8	50,5	30,0	57,4	23,8	3,7	0,5	1,1	54,3	32,4	12,7	30,6	343,8
I (22% Pm)	10,3	11,1	6,6	12,6	5,2	0,8	0,1	0,2	11,9	70,1	2,8	6,7	75,6

(*) Restituida con la estación de Castañares de Rioja.

AÑO 1.987

ESTACION	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	P.TOTAL
BELORADO	52,4	61,6	52,0	47,1	33,0	46,7	29,4	6,9	26,0	70,1	29,0*	47,0	----
HARO	60,4	43,9	45,9	36,0	9,8	26,0	---	3,3	---	---	29,0*	17,1	----
P.MEDIA	56,4	52,7	48,9	41,5	21,4	36,3	29,4	5,4	26,0	70,1	29,0	32,0	449,1
I (22% Pm)	12,4	11,59	10,76	9,13	4,7	7,98	6,46	1,18	5,72	15,4	6,38	7,04	98.8

81

AÑO 1.988

ESTACION	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	P.TOTAL
BELORADO	45,0	36,2	26,5	231,8	72,1	40,9	38,5	3,4	14,3	33,4	IP	8,2	----
HARO	32,3	30,6	83,2	---	123,4	256,8	130,8	9,9	26,3	28,9	4,8	19,7	----
P. MEDIA	38,6	33,4	54,8	231,8	97,7	148,8	87,6	6,6	20,3	31,1	2,4	9,8	759,9
I (22% Pm)	8,49	7,35	12,05	50,9	21,49	32,7	18,6	1,45	4,46	6,8	0,53	2,15	167,1

(*) Restituida con la estación de Castañares de Rioja

AÑO 1.989

ESTACION	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	P.TOTAL
BELORADO	2,6	30,0	21,6	90,0	48,8	19,5	49,6	10,9	46,4	4,5	31,1	61,6	416,6
HARO	17,6	19,6	3,9	83,5	68,2	2,1	85,0	4,8	28,5	4,6	37,7	27,6	383,1
P. MEDIA	10,10	24,8	12,75	86,75	58,5	10,8	67,3	7,8	37,4	4,55	34,4	44,6	399,8
I (22% Pm)	2,2	5,45	2,8	19,09	12,8	2,37	14,8	1,72	8,2	1,0	7,56	9,8	87,9

5.3.2. Extracciones

Las extracciones en la zona de estudio son fundamentalmente para uso agrícola y urbano y en menor grado para la industria.

Para la elaboración de los datos de explotación del acuífero se utilizó del "Proyecto de Investigación del Cuaternario del río Glera" (IGME, 1985) la documentación correspondiente a usos y demanda del agua, y el "Inventario sobre captaciones de agua actualizado" realizado por el IGME en 1986-1987, que recoge casi en su totalidad las numerosísimas captaciones para uso agrícola existentes en la zona.

El plano nº 5 muestra como a excepción de los términos de Casalarreina, Tirgo, Castañares y Baños cuyos regadíos los realizan con aguas superficiales, el resto del acuífero está prácticamente sembrado de pequeñas captaciones muy cerca unas de otras, para uso agrícola.

En función de la superficie regada, tipo de cultivo y dotación del mismo, y número de riesgos, se elaboró el cuadro nº 3 que representa la explotación para uso agrícola por término municipal estimada en la zona.

De todos es bien sabido, que los datos de explotación de un acuífero suelen ser los más difíciles de evaluar y más en zonas con captaciones de estas características. Por ello, no solo nos hemos basado en anteriores informes, encuestas,

dotaciones, etc., sino que estos datos se han consultado con los conocedores de la zona, estimándose que las extracciones para uso agrícola deben ser del orden de los 10 hm³/año calculados.

Se han considerado los retornos por regadíos con aguas superficiales para los términos municipales antes mencionados, cuya superficie regada no supera los 12 Km² en el modelo. El porcentaje de retorno se ha estimado en un 28% del regadío y cuyos valores se resumen en el cuadro nº 4.

Los bombeos para abastecimiento urbano se tomaron de los datos de inventario, siendo éstos más precisos, por lo que se introdujeron en el modelo como pozos de bombeo con una distribución mensual como se indica en el cuadro nº 5.

CUADRO N° 3. BOMBEO PARA USO AGRICOLA

TERMINO MUNICIPAL	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	Hm ³ /AÑO
SANTURDE				0,082	0,082	0,082	0,082	0,328
SANTURDEJO								
STO. DOMINGO		0,2720	0,544	0,544	0,744	0,744	0,744	3,592
BAÑARES	0,614	0,614	1,024	1,364	0,682	0,682	0,682	5,662
VILLALOBAR					0,256	0,056	0,056	0,368
BAÑOS			0,028	0,056	0,056	-0,056	0,056	0,252
							TOTAL ...	10,202

CUADRO Nº 4. RETORNO POR RIEGOS CON AGUAS SUPERFICIALES

TERMINO MUNICIPAL	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	Hm ³ /AÑO
CASTAÑARES			0,054	0,112	0,115	0,039	0,320
TIRGO			0,016	0,032	0,048	0,016	0,112
CASALARREINA	0,018		0,063	0,090	0,094	0,064	0,311
TOTAL							0,743

CUADRO Nº 5. BOMBEO PARA ABASTECIMIENTO URBANO

ABASTECIMIENTOS	NUDO	Q(m ³ /d)	Q(m ³ /s)	MESES	Q(hm ³ /a)
LEIVA, OCHANDURRI	10,9	1.036,3	0,012	E a D	0,373068
BAÑOS, TIRGO, CUZCURRITA	17,14	863,8	0,0099	D a M	0,155484
		272,8	0,0031	J a N	0,049104
CASTAÑARES	14,13	518	0,0060	D a M	0,093240
		144	0,0016	J a N	0,025920
VILLALOBAR	15,13	172,8	0,002	D a M	0,031104
CASALARREINA	28,9	345	0,004	J a N	0,062100
BAÑARES	16,3	259	0,003	J a N	0,046620
STO. DOMINGO	2,9	2.592	0,03	E a D	0,933120
HARO	21,10	2.592	0,03	E a D	0,933120
TOTAL					2,70288

6.1. Calibración en Régimen Permanente

Esta primera calibración tiene como objetivo el calibrar los caudales, las condiciones en los límites y los parámetros hidrodinámicos de cada uno de los nudos del modelo, de tal forma que se pueda simular el comportamiento real del acuífero.

Para ello se simula un período de tiempo suficiente hasta alcanzar el régimen permanente, en el que se van ajustando y modificando los parámetros menos conocidos. El elemento de calibración utilizado es el plano de isopiezas nº 1.

Pasadas de simulación realizadas:

1) Se realizó una primera pasada de prueba con las transmisividades obtenidas en los ensayos de bombeo, extrapolando en las celdas donde no se tenían datos. El caudal impuesto en principio se estimaba en 0'5-1 hm³/año y la conexión vertical con el río del orden de 10-8 m/s.

La recarga por lluvia, ya mencionada en el apartado correspondiente, se resume en el plano nº 4.

Con esta primera pasada se secaban gran número de celdas, no llegando a alcanzarse el régimen permanente.

Se fueron modificando las transmisividades hasta estabilizar

niveles, consiguiéndose una primera calibración con transmisividades entre 500-100 m²/día.

Evidentemente estos valores eran muy inferiores a los obtenidos en los ensayos de bombeo y para un acuífero aluvial de estas características.

2) Simulación del caudal impuesto.

Se realizó una pasada con borde de nivel constante en la entrada del acuífero para determinar en función de la transmisividad, el gradiente y la sección, el caudal de entrada. Este era muy superior, comprobándose que teóricamente se había estimado una sección mucho menor.

3) Calibración de parámetros hidrodinámicos.

A partir de aquí se fueron dando sucesivas pasadas reajustando las transmisividades en algunas celdas del borde del acuífero y se aumentó la conductividad hidráulica del lecho del río.

El modelo se calibro con:

- Transmisividades: 2.500 - 600 m²/día
- Coeficiente de almacenamiento: 5%
- Conductividad hidráulica del lecho del río: 10⁻⁶ m/s

El plano nº 6 muestra la piezometría del acuífero en régimen permanente obtenida por el modelo, observándose una buena

concordancia con la piezometría de partida.

El balance medio para el acuífero en régimen permanente es el siguiente:

	(hm ³ /año)
Infiltración	6,6
Caudal impuesto	4,5
Balance ríos y manantiales ...	-9
Salida subterránea del aluvial al Tirón	-2,1
Variación de reservas	0

6.2. Calibración en régimen transitorio

La calibración en régimen transitorio se ha realizado mes a mes para el período 1985 a 1989. Se partió de la anterior simulación de 1985 y 1986 en la que se reajustaron los datos de porosidad eficaz, estimándose ésta en un 8%.

La infiltración por lluvia se ha introducido mes a mes, condierándose ésta como un 22% de la pluviometría media en ese mes (cuadro nº 2).

Los datos de bombes urbanos, bombes agrícolas y los retornos por riegos con aguas superficiales se han mantenido los mismos que para los años 1985 y 1986 (cuadros nº 3 y 5), dado que no se dispone de nuevos datos para 1987 a 1989.

El plano nº 7 muestra la calibración de los piezómetros. Se observa en general, que el modelo reproduce las variaciones de niveles en el acuífero, siendo más representativos el ajuste realizado para los piezómetros 21103016, 21103021, 21104028, 21107014 y 2104019,.

Los descensos menos acusados en las evoluciones piezométricas según el modelo, corresponden a piezómetros situados en celdas al lado del río (piezómetros 21107017 y 21103064), por lo que los efectos de las extracciones están atenuados por éste.

También es de destacar que no se disponía de datos de explotación por pozos, por lo que la distribución de los bombeos en el modelo hubo que realizarla por zonas, habiéndose disminuido los efectos de dichas extracciones según se reflejan en los piezómetros 21103019, 2110323 y 21104019.

De cualquier modo en los términos de Bañares y Sto. Domingo de la Calzada se observa que las explotaciones deben de ser superiores a las estimadas.

El balance del acuífero para el período simulado se resume en el cuadro nº 6.

CUADRO N° 6: BALANCE VOLUMETRICO DEL ACUIFERO (Hm³)

	1985	1986	1987	1988	1989
ENTRADAS					

Infiltración por lluvia	6,4	5,0	6,3	10,7	5,6
Caudal impuesto	2,7	2,6	2,6	2,6	2,6
Infiltración de rios y manantiales	41,0	41,0	42,0	40,4	42,0
	-----	-----	-----	-----	-----
TOTAL	50,1	48,6	50,9	53,7	50,2
SALIDAS					

Bombes - Retornos R.Sp.	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
Descarga rios y manantiales	37,2	35,0	35,6	38,6	35,2
Drenaje subterráneo del aluvial al rio Tirón	2,04	2,03	2,04	2,09	2,04
	-----	-----	-----	-----	-----
TOTAL	51,34	49,13	49,74	52,79	49,34
VARIACION DE LA RESERVA	0,06	1,10	1,16	0,91	0,86

8. RESUMEN Y CONCLUSIONES

- El aluvial del río Oja se desarrolla de Sur a Norte paralelamente al río con una longitud de 30 Km entre los términos de Ojacastro y Casalarreina y una anchura que no llega a 1 Km en su tramo alto y desembocadura, y de 8 Km en su tramo medio, a la altura de Bañares. El mayor desarrollo del acuífero se encuentra en la margen derecha y en el tramo medio.

- La alimentación del acuífero se produce por infiltración del agua de lluvia, aunque en mayor proporción por infiltración del río en la zona de Cabecera entre Ezcaray y Sto. Domingo de la Calzada.

- El funcionamiento hidrogeológico de este acuífero está muy especialmente ligado al río. Entre Ojacastro y Santurde recarga al acuífero infiltrando un caudal proporcional al volumen del agua que posteriormente se drena aguas abajo por los manantiales situados en su margen izquierda. Entre Santurde y Sto. Domingo de la Calzada solo circula agua por el río en invierno, recargando al acuífero y drenándose principalmente por el manantial de Patagallina. A partir de Villalobar se produce un estrechamiento nuevamente del aluvial drenándose el acuífero por manantiales y directamente al río. Por último a la altura de Casalarreina el drenaje es

directamente al río Oja.

- Otra entrada del acuífero es el retorno por regadíos por aguas superficiales, si bien no supera 1 hm³/año.

- El drenaje del acuífero se origina a través del gran número de manantiales y directamente al río.

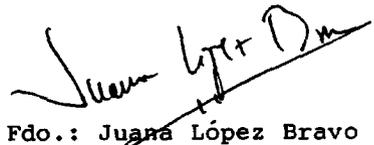
- La explotación del acuífero es principalmente para uso agrícola y urbano, estimándose el caudal bombeado en 10'2 hm³/año y 2'7 hm³/año para dichos usos respectivamente.

- El balance medio del acuífero en régimen permanente fué: infiltración de lluvia 6'6 hm³/año, caudal impuesto 4'5 hm³/año, balance ríos y manantiales (entradas-salidas) -9 hm³/año y salida del aluvial al río Tirón 2'1 hm³/año.

- El modelo reproduce la piezometría del acuífero para los años 1985 y 1989, existiendo una mayor o menor bondad del ajuste realizado en función de los datos de los que se disponen, tanto en parámetros como de explotación.

- A la vista de las evoluciones piezométricas se observa que el acuífero tiene una respuesta rápida a las recargas y bombeos poniéndose esto de manifiesto en la respuesta inmediata que entre cualquiera de estos fenómenos presentan las evoluciones piezométricas.

Madrid, 12 de Noviembre de 1990


Fdo.: Juana López Bravo

9. BIBLIOGRAFIA

- "Proyecto de Investigación Hidrogeológica del Cuaternario del río Glera" (IGME, 1985).
- "Investigación eléctrica del acuífero en Sto. Domingo de la Calzada" (IGME, 1986).
- "Campaña de nivelación en el aluvial del río Oja (Junio 1987)". Proyecto de asesoramiento a las Comunidades Autónomas (Investigación hidrogeológica del río Oja).
- Proyecto de Investigación Hidrogeológica del Sistema acuífero 63 y tramo alto del Sistema 62. Cuenca del Ebro. (Diciembre 1983, IGME).
- Proyecto para "Incorporación al sistema informático del IGME de modelos de flujo y gestión de acuíferos con aplicación en cuencas del Tajo, Ebro, Guadiana y Duero, 1985-86-87. Modelo matemático bidimensional del aluvial del río Oja (Diciembre 1987).

	1985	1986	1987	1988	1989
	E	F	M	A	N
687.500	+	+	+	+	+
687.000	+	+	+	+	+
686.500	+	+	+	+	+
686.000	+	+	+	+	+
685.500	+	+	+	+	+
685.000	+	+	+	+	+
684.500	+	+	+	+	+
684.000	+	+	+	+	+
683.500	+	+	+	+	+



MODE(18, 12) 21103064



000124R

f

f

f

f

f

f

f

f

f

f

f

f

f

f

f

f

f

1985 1986 1987 1988 1989

E F M A M J J A S O N D E F M A M J J A S O N D E F M A M J J A S O N D E F M A M J J A S O N D E F M A M J J A S O N D E

	1985	1986	1987	1988	1989
570.500	*****	+	+/	+ **	+ *
570.000	+ / **	*****	*****	*****	*****
569.500	+	**	+	**	+
569.000	+	+	**	+	**
568.500	+	+	+	+	+
568.000	+	/	+	+	+
567.500	+	+	/	+	+
567.000	+	+	+	+	+
566.500	+	+	+	+	+
566.000	+	//	+	+	+
565.500	+	+	/	+	+

MODE(12, 6) : 21103023



	1985			1986			1987			1988			1989																																											
	E	F	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	J	J	A
620.000	***				+						+	+++								+	***								+					+																						
519.500																																																								
519.000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+																				
618.500	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+																				
618.000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+																				
617.500	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+																			
617.000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+																			
616.500	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+																			

9900124A



	1985	1986	1987	1988	1989
500.500	EFMAMJJASONDEFMAMJJASONDEFMAMJJASONDEFMAMJJASONDEFMAMJJASONDE.				
500.000	+ / / / \	+ + /	+ / / /	+ * *	+ * *
599.500	\	o / o +	o +	/ o + +	* o + +
599.000	+ +	o o o o +	o o o o +	/ o o o +	o o o o +
598.500	+ +	+ +	o +	+ +	+ +
598.000	+ +	+ +	// +	+ +	+ +
597.500	+ +	// +	/ +	+ +	+ +



539.000 + + + + +
 639.500 + + + + +
 640.000 + + + + +
 640.500 + + + + +
 641.000 + + + + +
 641.500 + + + + +
 EFMAHJJASONDEFMAHJJASONDEFMAHJJASONDEFMAHJJASONDE
 1007 1008 1007 1006 1005

**II.4. CUENCA DEL DUERO: IMPLEMENTACION DE LOS MODELOS
MATEMATICOS DE LA CUENCA DEL DUERO EN EL SISTEMA
INFORMATICO DEL I.T.G.E. (IBM - 4361)**



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

**IMPLEMENTACION DE LOS MODELOS
MATEMATICOS DE LA CUENCA DEL DUERO EN
EL SISTEMA INFORMATICO DEL I.T.G.E.
(IBM - 4361)**

Noviembre de 1990



MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO

INDICE

=====

- 1.- INTRODUCCION Y OBJETIVOS
- 2.- IMPLEMENTACION DEL PROGRAMA TRECOTT TRIDIMENSIONAL EN EL EL ORDENADOR IBM-4361 DEL ITGE
- 3.- INCORPORACION DE LOS FICHEROS DE ENTRADA DE DATOS DE LOS MODELOS MATEMATICOS DE LA CUENCA DEL DUERO
- 4.- EJECUCION DEL PROGRAMA TRECOTT TRIDIMENSIONAL CON LOS FICHEROS DE ENTRADA DE DATOS

ANEXOS

- ANEXO I: MANUAL DE USUARIO DEL PROGRAMA TRECOTT MODIFICADO
- ANEXO II: FICHEROS DE ENTRADA DE DATOS
- ANEXO III: LISTADO DEL TRECOTT TRIDIMENSIONAL Y XBYTE
FICHEROS DE SALIDA DE RESULTADOS

1. INTRODUCCION Y OBJETIVOS

El presente trabajo se desarrolla dentro del Proyecto "Estudios Hidrogeológicos Complementarios en el Emplazamiento de la Central Nuclear de Asco y Actualización de Modelos Matemáticos en las Cuencas del Ebro, Guadalquivir y Duero", integrándose en el apartado de Actualización de Modelos Matemáticos.

Los objetivos del mismo han sido:

- 1) Implementación del programa TRECOTT TRIDIMENSIONAL, modificado por la empresa consultora INTECSA, en el ordenador IBM-4361 del ITGE.
- 2) Incorporación de los ficheros de entrada de datos de los modelos matemáticos de la Cuenca del Duero, entregados por dicha empresa.
- 3) Comprobar mediante la ejecución del programa y los ficheros, el funcionamiento de los mismos en el sistema informático del ITGE.

Si bien en el Proyecto el trabajo solo estaba planteado para la incorporación del modelo del Páramo de Cuellar, se ha considerado que dado que se disponía de los ficheros de entrada de datos de los modelos del Duero Zona Sur y el del Esgueva, el estudio se ha hecho extensivo a los mismos.

2.- IMPLEMENTACION DEL PROGRAMA TRECOTT TRIDIMENSIONAL EN EL ORDENADOR IBM-4361 DEL ITGE

El programa utilizado para la realización de los modelos de la Cuenca del Duero ha sido el desarrollado por Trecott en 1975 y recogido en la "Documentation of finite difference model for simulation of three dimensional ground-water flow" U.S. Geological Survey, Open File Report 75-438, pero con una versión modificada por la empresa INTECSA.

Esta versión modificada introduce mejoras del proceso de cálculo y nuevas opciones de presentación de resultados (ver Manual de Usuario del programa), pero también complica su ejecución al introducir una llamada a una subrutina desde el programa principal escrita en lenguaje Ensamblador.

El programa TRECOTT, escrito en lenguaje FORTRAN, durante su compilación dió errores de alta severidad, por lo que el trabajo de implementación fue algo laborioso. Una vez subsanados dichos errores, el programa se catalogó en la sublibrería de programas del sistema BIBITGE.MODEL con el nombre de TRESINTEC1.

La subrutina en lenguaje ensamblador se llama XBYTE habiéndose catalogado en la misma sublibrería que el programa principal como XBYTE. Es importante saber, caso que haya que hacer una nueva catalogación de los programas, que siempre se debe catalogar dicha subrutina antes que el programa principal.

3.- INCORPORACION DE LOS FICHEROS DE ENTRADA DE DATOS DE
LOS MODELOS MATEMATICOS DE LA CUENCA DEL DUERO

Los ficheros se encuentran en la libreria nº 30 del
ordenador IBM-4361 con los siguientes nombres:

- DATPCUEP: Modelo de una capa del acuífero libre del
Páramo de Cuellar. Régimen permanente.
- DATPCUET: Modelo de una capa del acuífero libre del
Páramo de Cuellar. Régimen transitorio.
- DATDUEP : Modelo de cuatro capas de la zona Sur del
Duero. Régimen permanente. Simulación del
modelo ampliado. Prueba Mingorria.
- DATDUET : Modelo de cuatro capas de la zona Sur del
Duero. Régimen transitorio. Presa Mingorria.
- DATESGT : Modelo de flujo horizontal en el Esgueva 1983-
1984. Alpicación a la recarga. R. transitorio.

En el anexo II del informe se incluye el listado de los
ficheros de entrada de datos.

4.- EJECUCION DEL PROGRAMA TRECOTT TRIDIMENSIONAL CON LOS
FICHEROS DE ENTRADA DE DATOS

Una vez subsanados los errores de compilación en el programa principal (TRECOTT TRIDIMENSIONAL) y en la subrutina XBYTE, se procedió a la ejecución de los mismos con los ficheros de entrada de datos.

Las simulaciones realizadas han sido las siguientes:

PARAMO DE CUELLAR

- 1) Simulación en régimen permanente.
- 2) Simulación en régimen transitorio. Calibración para el periodo 1978-1981.

DUERO ZONA SUR (MINGORRIA)

- 1) Simulación en régimen permanente.
- 2) Simulación en régimen transitorio. Calibración para el periodo 1976-1978.

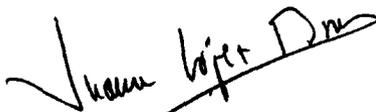
ESGUEVA

- 1) Simulación en régimen permanente:
Modelo de flujo horizontal en el Esgueva 1983-84.
Aplicación a la recarga.

Los ficheros de salida de resultados de las simulaciones realizadas se encuentran en el Anexo III, fuera de este informe, dado el volumen de los mismos.

Así pues, los modelos matemáticos de la Cuenca del Duero se encuentran implementados en el Sistema Informático del ITGE (IBM-4361) y disponibles para ser utilizados por este Organismo.

Madrid, 8 de Noviembre de 1990

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Juana López Bravo', written over a horizontal line.

Fdo. Juana López Bravo

A N E X O - I

=====

MANUAL DE USUARIO DEL PROGRAMA

MANUAL DE USO DEL TRESCOTT

INDICE

1.- CONCEPCION, ESTRUCTURACION Y BASE TEORICA DEL MODELO

2.- ESTRUCTURACION DE LOS DATOS DE ENTRADA

2.1.- Descripción General

2.2.- Descripción detallada

2.2.1.- Grupo 1. Datos generales del modelo

2.2.2.- Grupo 2. Opciones de cálculo, datos e impresión de resultados

2.2.3.- Grupo 3. Datos de condiciones de cálculo

2.2.4.- Grupo 4. Opciones de dibujo

2.2.5.- Grupo 5. Datos de balance por zonas

2.2.6.- Grupo 6. Características de los nudos de la malla

2.2.7.- Grupo 7. Valores de bombeo y recarga y de niveles impuestos

2.2.8.- Opción especial, reanudación de una simulación interrumpida

3.- RECOMENDACIONES SOBRE LOS DATOS DE ENTRADA

3.1.- Grupo 1. Datos generales del modelo

3.2.- Grupo 2. Opciones de cálculo, datos e impresión de resultados.

3.3.- Grupo 3. Datos de condiciones de cálculo

3.4.- Grupo 4. Opciones de dibujo

3.5.- Grupo 6. Características de los nudos de la malla

3.5.1.- Estado inicial de niveles

3.5.2.- Transmisividades o permeabilidades

3.5.3.- Ríos, manantiales o evapotranspiración

3.5.4.- Dimensiones de la malla

3.6. Grupo 7. Valores de bombeos y recargas y niveles impuestos.

3.6.1.- Leyes de caudal

3.6.2.- Leyes de nivel impuesto

3.6.3.- Tablas de factores

4.- ESTRUCTURACION DE LOS RESULTADOS

1.- CONCEPCION, ESTRUCTURACION Y BASE TEORICA DEL MODELO.

El programa utilizado para la realización del modelo tiene por objeto la resolución de la ecuación del flujo tridimensional de agua subterránea en medios porosos saturados y en régimen transitorio.

La base de este programa es el desarrollado por Trescott en 1975, recogido en "Documentation of finite difference model for simulation of three dimensional ground-water flow", U.S. Geological Survey, Open File Report 75-438.

El programa está organizado en tres partes bien diferenciadas. La primera es la entrada de datos, que ha sido ampliada considerablemente en relación con el modelo original para facilitar la manipulación de la gran masa de información necesaria e introducir nuevas opciones referentes a la forma de dar los datos, a ciertas mejoras del proceso de cálculo y a nuevas opciones de presentación de resultados.

La segunda parte es el proceso de cálculo propiamente dicho en el cual las modificaciones son escasas y de poca importancia, respetando el procedimiento matemático de construcción de la matriz de coeficientes y el de su inversión para obtener la solución en cada intervalo de tiempo.

La tercera es la que produce la salida de resultados según las opciones seleccionadas en la entrada de datos. Se producen tres tipos de salidas, para recoger los datos de entrada, la solución de cada intervalo y los resúmenes del período simulado.

En su forma actual, el programa tiene las siguientes características:

- Tridimensional en malla rectangular variable con posibilidad de representar un acuífero en varias capas verticales o varios acuíferos interconectados a través de capas semipermeables representables explícitamente o no.
- La capa superior del acuífero puede tratarse como acuífero libre permitiendo trabajar con nudos secos recuperables al mejorar las condiciones hidrogeológicas.
- Espesor variable de las distintas capas.
- Posibilidad de trabajar con permeabilidades o transmisividades.
- Simulación de ríos o drenajes conectados hidráulicamente con el acuífero, y de manantiales o evapotranspiración.
- Caudales de bombeo y recarga variables totalmente en el espacio y en el tiempo con gran flexibilidad de combinación y modificación.
- Niveles impuestos variables en el tiempo.
- Impresión de mapas a escala de los distintos parámetros hidrogeológicos y de niveles y descensos calculados.
- Realización de balances detallados por zonas con especificación de los caudales instantáneos y acumulados que circulan por cada nudo.
- Dibujo de la evolución de los niveles calculados en una serie de nudos, y comparación con los niveles medidos.

Con todas estas opciones el resultado es un programa que permite simular sistemas muy complejos con la máxima flexibilidad.

En términos matemáticos, el programa resuelve a lo largo del tiempo la ecuación

del flujo tridimensional en régimen transitorio expresada en términos de permeabilidades o transmisividades. En el primer caso, la ecuación es:

donde:

k_{xx}, k_{yy}, k_{zz} = componentes principales del tensor de permeabilidades (LT^{-1})

t = tiempo (T)

h = altura piezométrica (L)

S_s = almacenamiento específico (L^{-1})

$W(x, y, z, t)$ = balance neto de caudal por unidad de volumen de acuífero (T^{-1})
(positivo, bombeo, negativo, recarga).

Para resolver esta ecuación en un medio poroso heterogéneo y anisótropo y con límites irregulares, se recurre a dividir la región en una serie de bloques paralelepípedicos en los cuales las propiedades del medio se suponen constantes. Entonces las derivadas continuas de las ecuaciones se sustituyen por aproximaciones en diferencias finitas en un punto que es el centro de cada bloque. El resultado es un sistema de N ecuaciones, siendo N el número de nudos y N incógnitas que son las alturas piezométricas en ellas.

Las ecuaciones obtenidas son lineales, salvo que se considere acuífero libre en la capa superior, en cuyo caso en cada iteración se recalcula la transmisividad para convertirlas en lineales. La solución de este sistema de ecuaciones lineales se

realiza para cada intervalo de tiempo, apoyándose en las altura piezométricas obtenidas para el intervalo anterior o en el estado inicial del sistema.

El método empleado para la resolución del sistema es el llamado SIP (strongly implicit procedure) que es un método implícito iterativo muy eficiente, particularmente al tratar el régimen permanente. La solución en un instante dado termina cuando se supera el máximo número de iteraciones previsto o cuando la máxima diferencia entre las alturas piezométricas obtenidas en cada nudo respecto a la iteración anterior es menor que el valor supuesto admisible. El proceso se controla mediante unos parámetros de iteración regulables a voluntad y una variable de frenado o aceleración del cálculo. La comprobación de la calidad del error admisible aceptado se realiza mediante un balance global de caudales de entrada y salida.

2.- ESTRUCTURACION DE LOS DATOS DE ENTRADA

2.1.- Descripción general

Los datos de entrada se dividen en siete grupos que están relacionados con diferentes aspectos de la simulación deseada.

En el primer grupo que tiene tres tarjetas obligatorias, se dan los títulos y los datos generales del modelo.

En el segundo, con otras tres fichas obligatorias, se especifican las características generales del acuífero en relación con el proceso de cálculo y con las opciones de salida de resultados. Hay que definir si es acuífero libre, si hay capas confinantes, ríos y demás, a través de una serie de palabras clave.

En el tercero, con dos fichas obligatorias, se dan los datos de cálculo de la pasada en cuestión, como tiempo de simulación, error admisible, parámetros de iteración, etc....

El cuarto grupo se destina a los datos de dibujo por impresora, tanto de evolución de niveles en nudos como de mapas de distribución de distintas variables. Este grupo es totalmente opcional.

El quinto, también opcional, recibe datos de las zonas en que se desea balance pormenorizado.

En el sexto grupo, que contiene la mayoría de las fichas de datos, se dan las

características hidrogeológicas de cada nudo de la malla. Para ello se dan unas matrices bidimensionales que recogen el valor de cada variable en cada capa.

Por último en el séptimo grupo se especifican los caudales entrantes y salientes en cada nudo, a través de unas "leyes" que recogen la variación en el tiempo y unas tablas que especifican la ley o leyes que afectan a cada nudo y el factor multiplicativo correspondiente.

2.2.- Descripción Detallada

A continuación se describen las fichas de datos. El tipo indica si la tarjeta es necesaria (N) u opcional (O). Las columnas dan la amplitud del campo, que incluye la inicial y la final indicadas. Si el dato es un número entero o un número real y no se necesita dar el punto decimal, debe ir pegado a la derecha del campo.

Las dudas probables de interpretación de estas instrucciones se aclaran en el capítulo 3.

2.2.1.- Grupo 1. Datos generales del modelo

FICHA	TIPO	NOMBRE	COLUMNAS	DESCRIPCION
1	N	HEADING	2-80	Título
2	N	HEADING	1-52	Título

FICHA	TIPO	NOMBRE	COLUMNAS	DESCRIPCION
3	N	IO, JO, KO	1-5, 6-10 11, 15	Número de filas, columnas y capas, no modificable por el usuario.
		NCH	16-20	Número de nudos de nivel impuesto (máx. 300)
		NHD	21-25	Número de nudos con río, manantial, evapotranspiración.
		NGMAX ?	26-30	Número max. de grupos de anisotropía, aplicables a las transmisividades o permeabilidades (mín. 1).
		NLFY1 ?	31-35	Nº de leyes de caudal (mín. 1)
		NLEY2	41-45	Nº max. de leyes de caudal por nudo (mín. 1).
		NLFY3	36-40	Nº de leyes de nivel impuesto, (mín. 0).
		INCTM	46-50	Nº de valores en cada ley de caudal, (mín. 2).
		DELTAI	51-55	Intervalo de tiempo entre puntos de leyes, en días.
		ITMAX	56-60	Nº máximo de iteraciones permitidas.

2.2.2.- Grupo 2. Opciones de cálculo, datos e impresión de resultados

FICHA	TIPO	NOMBRE	COLUMNAS	DESCRIPCION
4	N	IEQN	1-4	Si se usan transmisividades, en blanco. Si se usan permeabilidades, escribir EQN3 (esta opción no se permite en combinación con la de acuffero libre, variable IWATER de esta ficha).
		KTH(11)	5-6	No se usa.
		IWATER	7-10	Si la capa superior se considera como acuffero libre dar WATE. Si no, en blanco.
		KTH(6)	11-12	00 y 01, nudos secos irrecuperables, 02, nudos secos recuperables, 03, lectura de datos como acuffero libre (permeabilidad y cota del fondo) pero cálculo como confinado. Ver 3.2.
		IHDFP	13-16	Si se tratan rños, manantiales, o evapotranspiración, dar HDFP. Si no, blanco.
		KTH(4)	17-18	No se usa.

FICHA	TIPO	NOMBRE.	COLUMNAS	DESCRIPCION
4	N			(Continuación)
		ITK	19-22	Si hay capas semiconfinantes, dar ITKR.
		KTH(10)	23-24	No se usa.
		QRE.	25-28	Si se lee recarga constante en el tiempo, dar RFCH.
		KTH(7)	29-30	No se usa.
		IDIA	31-34	Si se usa tiempo en días dar DIAS (si no, se suponen segundos).
		KTH(15)	35-36	No se usa.
		IFSP	37-39	Si se lee espesor variable en las capas (solo en opción FQN3), dar F.SP.
		KTH(14)	40-42	No se usa.
		IFLO	43-46	Para calcular balance global dar MASS.
		KTH(3)	47-48	Frecuencia de intervalos de impresión del balance. Si se da en blanco supone 1.
		IBAL	49-52	Para calcular balances por zonas, dar BALA.

FICHA	TIPO	NOMBRE.	COLUMNAS	DESCRIPCION
4	N			(Continuación)
		KTH(5)	53-54	Frecuencia de impresión. Si se da en blanco supone 1.
5	N	IDRAW	1-4	Si se quiere imprimir descensos respecto al estado inicial, DRAW.
		KTH(1)	5-6	Frecuencia de impresión.
		IHEAD	7-10	Para imprimir potenciales, HEAD
		KTH(2)	11-12	Frecuencia de impresión.
		IPU1	13-16	Para leer datos de niveles iniciales de una simulación anterior interrumpida, PUN1 (ver cap.)
		KTH(8)	17-18	No se usa.
		IPU2	19-22	Para grabar niveles finales en fichero y continuar posteriormente la simulación, PUN2 (ver cap. 2.2.8.)
		KTH(9)	23-24	No se usa.

FICHA	TIPO	NOMBRE	COLUMNAS	DESCRIPCION
5	N			(Continuación)
		IWELL	25-28	Impresión de caudal total en cada nudo, WELL.
		KTH(12)	29-30	Frecuencia de impresión.
		ICOND	31-34	Impresión de conductancias entre nudos, COND.
		KTH(13)	35-36	Frecuencia de impresión

2.2.3.- Grupo 3. Datos de condiciones de cálculo.

FICHA	TIPO	NOMBRE	COLUMNAS	DESCRIPCION
6	N			
		ERR	1-5	Error máximo (m) expresado como máxima diferencia de nivel entre iteraciones consecutivas.
		TMAX	6-10	Duración de la simulación en días.
		NUMT	11-15	Número de intervalos de cálculo.
		CDLT	16-20	Factor de ampliación del intervalo de cálculo.

FICHA	TIPO	NOMBRE	COLUMNAS	DESCRIPCION
6	N			(Continuación)
		DELT	21-25	Intervalo inicial, en días.
		TORIG	26-30	Instante de comienzo de la simulación respecto al tiempo cero de comienzo de las leyes de caudal en días.
		MESIN	31-35	Mes real correspondiente al tiempo cero, en cifra (10 = Octubre)
		IANO 1	36-40	Año real correspondiente al tiempo cero.
		PSF.Q	41-45	Espesor mínimo (m) en nudos secos con capacidad de recuperación (solo con opción WATE.02) (ver cap. 3.2).
		PBOM	46-50	Espesor mínimo (m) para reanudación del bombeo en nudos secos (Solo con opción WATE.02).

7	N			Datos de parámetros de iteración
		LENGTH	1-5	Número de parámetros de iteración (normalmente 6).

FICHA	TIPO	NOMBRE	COLUMNAS	DESCRIPCION
7	N			(Continuación)
		WMAX	6-10	Valor del máximo parámetro, o indicador (1, 2 o 3) de su método de cálculo. Normalmente 1. Ver cap. 3.3. para los otros casos.
		HMAX	11-15	Factor de aceleración o amortiguación del cálculo. Normalmente 1.0. Ver cap. 3.3.

2.2.4.- Grupo 4. Opciones de dibujo

FICHA	TIPO	NOMBRE	COLUMNAS	DESCRIPCION
8	N			Datos generales de dibujo.
		NUDOMA	1-5	Número de nudos para dibujar evolución de niveles en el tiempo.
		ISMUL	6-10	Frecuencia de dibujo (dibuja un punto cada ISMUL intervalos).
		TINCRE	11-15	Número de días representados en cada línea de dibujo.

FICHA	TIPO	NOMBRE.	COLUMNAS	DESCRIPCION
8	N			(Continuación)
		NHISMA	16-20	Número de nudos con datos históricos
		NHMAX 1	21-25	Número máx. de puntos en nudos con datos históricos.
		NMAP	26-30	Número de variables a representar en mapa.
		ICIN	31-35	Indicador de grabación en cinta de descensos y niveles en cada intervalo (ICIN = 1, graba).
9	O			No dar si no se dibujan nudos (NUDOMA = 0).
		NUDO	1-3 4-6 7-9 ... 70-72	Nudos que se dibujan (fila, columna y capa) 3 veces NUDOMA valores, (8 nudos por ficha). Se usan tantas fichas como sean necesarias.
10	O			No dar si no hay nudos con datos históricos (NHISMA = 0) Para cada nudo un grupo de dos o mas fichas, NHISMA grupos.

FICHA	TIPO	NOMBRE	COLUMNAS	DESCRIPCION
10.1	O			Una ficha por nudo.
		NUDO 1	1-3 4-6 7-9	Fila, columna y capa del nudo con datos históricos.
		NHMAX	10-12	Número de datos históricos dados en este nudo.
10.2	O			Las fichas que sean necesarias para dar los NHMAX pares de valores tiempo-nivel, seis pares por ficha.
		MFS L, LANO HISTMA	(1-2,3-6) (7-12) (13-14,15-18) (19-24) (61-62,63-66) (67-72)	Mes (en cifra) y año reales de la lectura del nivel piezométrico del nudo, y nivel en metros.
11	O			No dar si no se desean mapas (NMAP = 0) en ficha 8. Una ficha común a todos los mapas seguida de NMAP, fichas, una por mapa.
11.1	O	XSCALE	1-10 15	Factor de paso de las unidades de longitud del modelo a las de los ejes del dibujo (1000 para pasar de m a km).

FICHA	TIPO	NOMBRE	COLUMNAS	DESCRIPCION
11.1	0			(Continuación)
		DINCH	10-20	Escala del mapa. Dar 500 para 1:500
		MESUR	22-30	Descripción alfanumérica de las unidades del mapa (ej. km)
		NFRN	31-35	Número de franjas en que se dibuja el mapa, máx. 4.
		JBAN	36-40, 41-45, ...56-60	Filas inicial de la primera franja y final de la primera, segunda, tercera y cuarta, si existen.
11.2	0			Una ficha por mapa, NMAP fichas.
		IMAP	1-5	Código de la variable del mapa 1: Estado inicial 2: Coef. almacenamiento 3: Transmisividad o permeabilidad en dirección fila. 4: Id. dirección columna. 5: Id. dirección capa 6: Recarga (opción RECH) 7: Conductiv. vertical (opción ITK) 8: Cota del fondo (opción WATE.) 9: Espesor de capas (opción ESP) 10,11, 12, 13: Factor que

FICHA	TIPO	NOMBRE	COLUMNAS	DESCRIPCION
11.2	O			(Continuación)
				afecta a una ley dada (max. cuatro leyes).
				14: Potencial
				15: Descenso
				16: Caudal neto
		FACTM	6-10	Factor del valor dibujado (ej. para valor calculado = 27.82: Factor 1, dibuja 28 Factor 0,1 dibuja 3, Factor 10 dibuja 278, Factor 100 dibuja ***).
		KTHDM	11-15	Para las variables 10,11, 12 y 13, número de la ley que se quiere representar. Para las 14, 15 y 16, frecuencia de dibujo de mapas (cada KTHDM intervalos).
		LEVELM	16-16 17-17 ...,24-24	Capas en las que se desea mapa (max. 9) (ej. 134000000 para dibujar en capas 1, 3 y 4). No hay que dar los ceros. Deja de leer al localizar el primer cero o blanco.

2.2.5.- Grupo 5. Datos de balance por zonas

FICHA	TIPO	NOMBRE	COLUMNAS	DESCRIPCION
12	0			Este grupo solo se dá si se emplea la opción BALA (ficha 4).
12.1	0			Una ficha común a todas las zonas
		NZON	1-5	Número de zonas (max. 10)
		ZORING	6-10	Instante de comienzo de los balances, respecto al origen, en días.
		ZFIN	11-15	Id, de fin.
12.2.	0			Para cada zona una ficha de título seguida de una o mas de definición de los nudos que la componen.
		NNZÓN	1-5	Número de nudos de la zona (max. 100).
		CZON	6-10	Código de definición. 0, dada nudo por nudo para zonas con límites irregulares. 1, dada por filas y columnas extremas para zonas con contorno paralelepípedo.

FICHA	TIPO	NOMBRE	COLUMNAS	DESCRIPCION
12.2	0			(Continuación)
		TITZON	11-26	Título alfanumérico.
12.3	0			
		NUZON	1-3,4-6 7-9,... 70-72	Si CZON = 0, nudos que forman la zona (fila, columna y capa) Si CZON = 1, fila, columna y capa iniciales y finales de la zona paralelepípedica usada (6 valores)

2.2.6.- Grupo 6. Características de los nudos de la malla

Cada variable (transmisividad, almacenamiento ...) se define por una matriz que recoge cada fila y columna de una capa dada.

Si todos los valores de la matriz son iguales no es necesario dar todos sus elementos. Para ello, cada capa está dada por una ficha general que indica si se da la matriz completa o no, y en este caso, el valor constante que tiene la variable. Si se da la matriz, se añade un paquete de fichas que la definen.

NOTA: Para control de las fichas leídas, el primer elemento de cada fila, que es inactivo, se rellena con el número de la fila correspondiente.

FICHA	TIPO	NOMBRE	COLUMNAS	DESCRIPCION
13	N			<u>Estado inicial de niveles</u> en cada nudo. Un grupo de fichas 13.1 y 13.2 (si es necesario) por capa.
13.1	N	FAC	1-10	Valor asignado a cada nudo (IVAR = 0) o factor que multiplica a los valores leídos (IVAR = 1).
		IVAR	11-20	Si se lee la matriz, IVAR = 1
		IPRN	31-40	IPRN = 0, imprime la matriz, IPRN = 1, no imprime.
		COMENT	51-70	Comentario no procesado (ej. NIVELES INICIALES CAPA 3).
13.2.	O			Solo si IVAR = 1,
		I	1-8	Número de la fila.
		STRT	9-16, 17-24 ...73-80	Potencial inicial en cada nudo de la fila, de columna 2 a la última (JO) tantas fichas como sean necesarias para completarla (10 valores por ficha). En las columnas 1-8 de la 2ª, 3ª fichas de cada fila, van los valores de las columnas 11, 21, ... en lugar del número de la fila.

FICHA	TIPO	NOMBRE	COLUMNAS	DESCRIPCION
13.2	O			(Continuación) Dar cualquier valor, preferiblemente cero, a los nudos externos al acuífero.
14	N			Coefficiente de almacenamiento
14.1	N	FAC	1-10	Ver 13.1
		IVAR	11-20	Idem.
		IPRN	31-40	Idem.
		COMENT	51-70	Idem.
14.2	O			Solo si IVAR = 1
		I	1-4	Número de la fila
		S	4-8	<u>Coefficiente de</u>
			9-12	<u>almacenamiento</u> de cada
			13-16	columna de la fila hasta
			...77-80	completarla (20 valores por ficha) Los nudos de nivel impuesto deben llevar valor negativo (con este artificio se mantiene el nivel inicial). Si el nivel impuesto se supone variable con el tiempo, dar el valor real del coeficiente. En régimen

FICHA	TIPO	NOMBRE	COLUMNAS	DESCRIPCION
14.2	O			(Continuación) permanente dar valor cero a todos los nudos sin nivel impuesto.
15	N			<u>Transmisividades</u> (<u>permeabilidades, si se usa opción EQN3, ficha 4</u>). Si se usa la opción WATE, de acuffero libre (ficha 4), se dan para la última capa, las fichas 15.1 y 15.2 con valores cero. No se dá la 15.3
15.1	N	FAC	1-10	Ver 13.1
		IVAR	11-20	Ver 13.1
		LEY 1	21-30	Grupo de anisotropía aplicado a cada nudo de la capa si IVAR=0
		IPRN	31-40	Ver 13.1
		COMENT	51-70	Ver 13.1
15.2.	N			Obligado si se da 15.1.
		NGR	1-2	Número de grupos de anisotropía usados en esta capa (max.6).

FICHA	TIPO	NOMBRE	COLUMNAS	DESCRIPCION
15.2	N			(Continuación)
		TF	3-10,11-18 19-26... 67-74	Factor de anisotropía en dirección X (fila), Y (columna) y Z (capa) para los sucesivos NGR grupos. Si NGR 3 se da una segunda ficha en la que no se usan las columnas 1-2. La permeabilidad o transmisividad final en cada dirección se obtiene multiplicando el valor dado en la matriz por el factor de esa dirección del grupo asignado al nudo.
15.3	O			Solo si se dan 15.1 y 15.2 e - IVAR = 1
	I	1-4		Número de la fila.
		T,IGRU	(6-9,10) (11-14,15) (76-79,80)	T o k y grupo de anisotropía de cada nudo, hasta completar cada fila. (16 valores por ficha, tantas fichas como sean necesarias.)
16	O			<u>Conductancia vertical en capas semiconfinantes.</u> Solo si se usa opción ITKR (ficha 4). Pa-ra K capas se dan K-1 grupos de fichas, para la

FICHA	TIPO	NOMBRE	COLUMNAS	DESCRIPCION
16.0	O			(Continuación) conductancia entre las capas 1-2, 2-3,..., (K-1)-K.
16.1	O	FAC,IVAR		Ver 13.1
16.2.	O	I	1-4	Número de fila
		TK	5-8 9-12... 77-80	Conductancia vertical (k'/b) de la fila, de columna 2 a JO, 20 valores por ficha
<hr/>				
17.0	O			<u>Permeabilidad de la última capa</u> (capa superior) cuando es acuífero libre (opción WATE, ficha 4).
17.1.	O	FAC,IVAR		Ver 15.1.
17.2.	O	NGR, TF		Ver 15.2.
17.3.	O	-I, PERM, IGRU		Ver 15.3.
<hr/>				
18.	O			<u>Cota del fondo de la última capa</u> (capa superior) cuando es acuífero libre (opción WATE, ficha 4).
18.1	O	FAC,IVAR...		Ver 13.1

FICHA	TIPO	NOMBRE	COLUMNAS	DESCRIPCION
19.3	O			(Continuación)
		HB	11-20	Nivel característico superior, en m (ver 3.5.3.).
		HSS	21-30	Id. intermedio
		HSL	31-40	Id. inferior.
20	O			<u>Recarga</u> constante en el tiempo sobre la capa superior (caudal por m ² de superficie). Solo con opción RECH (ficha 4).
20.1	O	FAC,IVAR		Ver 13.1
20.2	O	I,GRF.		Ver 14.2, 20 valores por ficha.
21	N			<u>Ancho de columnas</u> (AX)
21.1	N	FAC,IVAR	...	Ver 13.1
21.2	O	DELX	1-10, 11-20 ...71-80	Ancho de columnas, JO (ficha 3) valores (8 valores por ficha) Solo si IVAR=1
22	N			<u>Ancho de filas</u> (AY)
22.1	N	FAC,IVAR,...		Ver 13.1

FICHA	TIPO	NOMBRE	COLUMNAS	DESCRIPCION
22.2	O	DFLY		Ver 21.2
23	O			<u>Espesor constante de cada capa (AZ)</u> Omitir si se usa opción ESP (ficha 4), o para la última capa con opción WATE. (ficha 4)
23.1	O	FAC,IVAR ...		Ver 13.1
23.2	O	DFLZ		Ver 21.2
24	O			<u>Espesor variable de capas.</u> Solo son opción ESP (ficha 4). Omitir la última capa si se usa opción WATE. (ficha 4)
24.1	O	FAC,IVAR,...		Ver 13.1
24.2	O	I;VE.SPE.		Ver 14.2 (20 valores por ficha)

2.2.7.- Grupo 7. Valores de bombeo y recarga y de niveles impuestos.

Para dar flexibilidad a la forma de asignar los valores de la suma algebraica de bombeos y recargas en cada nudo y en cada instante se recurre al uso de leyes de caudal. Cada nudo puede ser afectado por un máximo de NLEY 2 (ver ficha 3) leyes con un factor diferente. Su caudal neto en cada instante es la suma algebraica de los productos del valor de cada ley en ese instante por su factor correspondiente. Se consideran positivos los caudales de recarga y negativos los de bombeo.

Además en este grupo se pueden imponer niveles variables a distintos nudos. Si NLEY3 (ficha 3) es nula, los nudos con coeficiente de almacenamiento negativo mantienen el nivel asignado inicialmente. Sin embargo, si se requiere variar este nivel a lo largo de la simulación se recurre a especificar NLEY3 leyes donde se define esa variación. Además, en una tabla de factores similar a las de bombeos y recargas se define la ley que afecta a cada nudo de nivel impuesto y un factor constante que se suma al de la ley correspondiente para tener mayor flexibilidad. Como cada nudo solo puede tener asignado un nivel impuesto, basta con dar una tabla de leyes y factores por cada capa.

En este grupo de fichas se definen primero las NLEY 1 leyes de caudal, seguidas de las NLEY3 leyes de nivel impuesto y después las NLEY 2 tablas de factores que afectan a cada nudo. Por último, se da la tabla (una por capa) donde se asignan los nudos a los que afectan las leyes de niveles impuestos. Si NLEY3 = 0 no se necesita esta tabla.

FICHA	TIPO	NOMBRE	COLUMNAS	DESCRIPCION
25	N			Leyes de caudal, NLFY1 leyes (ficha 3, min 1), INCTM valores por ley, hasta un tiempo t mayor o igual que TMAX+TORIG (ficha 6), a intervalos DELTA I días (ficha 3).
25.1	N	I	1-5	Número de la ley.
		COM	6-17	Nombre alfanumérico de la ley.
		IDIBL	18-20	IDIBL = 1 dibuja la ley por impresora.
25.2	N	PG	1-6 7-12 ...67-72	Valores de la ley desde t = 0, INCTM valores, (12 valores por ficha)
<hr/>				
26	O			Solo si NLFY3 0, NLFY3 leyes (ficha 3) de nivel impuesto (m) INCTM valores por ley hasta un tiempo t mayor o igual que TMAX + TORIG (ficha 6), a intervalos DELTA I días (ficha 3).
26.1	O			Ver 25.1
26.2	O		1-6 7-12 67-72	Valores de la ley, desde t=0, INCTM valores, 12 por ficha. Los valores nulos indican que en ese período no hay nivel impuesto.

FICHA	TIPO	NOMBRE	COLUMNAS	DESCRIPCION
27	N			Tablas de factores de caudal, NLFY2 grupos (ficha 3), de una tabla por capa, mínimo 1.
27.1	N	FAC	1-10	Ver 13.1
		IVAR	11-20	Ver 13.1
		LFY 1	21-30	Ley asignada a todos los nudos de la capa si IVAR = 0 (si se da 0 (cero) supone 1).
		IPRN	31-40	Ver 13.1
		COMENT	51-70	Ver 13.1
27.2.	O			Obligada si IVAR=1 en 27.1
		I	1-6	Número de la fila
		COFF	(9-14, 15-16), (17-22, 23-24), (73-78,79-80)	Factor y número de la ley a la que se aplica, hasta completar cada fila, 10 valores por ficha, todas las que sean necesarias. Se considera que las recargas son positivas y los bombeos negativos.
28	O			Tabla de factores de nivel, una tabla por capa, solo si NLFY3 0.
28.1	O			Ver 27.1

FICHA	TIPO	NOMBRE	COLUMNAS	DESCRIPCION
28.2	O			Ver 27.2. Factor aditivo (m) y número de la ley de nivel impuesto a la que se aplica a cada nudo. El programa asigna internamente un coeficiente de almacenamiento negativo a los nudos a los que se aplica factor y ley de nivel impuesto, siempre que el valor de ésta no sea nulo en el intervalo calculado.

2.2.8.- Opción especial, reanudación de una simulación interrumpida

Si se desea calcular unos cuantos intervalos y analizar lo sucedido antes de continuar, se deben dar los siguientes pasos:

1. Pasando de $t = 0$ a $t = t_1$. Se emplea la opción PUN 2 (ficha 5) para grabar en un fichero el tiempo transcurrido, el balance acumulado y los niveles obtenidos al llegar a $t = t_1$. Al enviar la pasada para ejecución usando el módulo 09EC300 de la librería U hay que intercalar una ficha de control detrás de la //FT05F001 de la forma:

```
//FT08F001 DD DSN = Ø 204.SOURCE (xxxxxxx). DISP = OLD.
```

donde xxxxxxx es el nombre que se asigna al fichero donde quedarán grabados los resultados.

Es importante consultar con los responsables del ordenador en Orense, 70 porque con este ficha de control se bloquea la librería UI para todos los usuarios

durante la ejecución del programa.

Por ello, salvo extrema urgencia, es recomendable poner clase G para que se ejecute por la noche.

2.- Continuación de $t = t_1$ a $t = t_2$.

Se emplean los mismos datos que en cálculo hasta t_1 , pero quitando la opción PUN2 y dando la PUN1 y especificando el nuevo tiempo de simulación TMAX y número de intervalos NUMT.

Además hay que introducir una ficha de control detrás de la //Ft05F001 de la forma:

```
//FT12F001 DD DSN = Ø 204.SOURCE. (xxxxxxx), DISP = SHR, LABEL =  
(,,IN)
```

donde xxxxxxxx es el nombre que se asignó al fichero en el paso 1, para poder leer el estado inicial en $t = t_1$ y los balance acumulados.

3.- RECOMENDACIONES PARA LA PREPARACION DE LOS DATOS DE ENTRADA

3.1.- Grupo 1. Datos generales del modelo.

- IO, JO = Número de filas y columnas. Debe procurarse orientar la malla de forma que uno de sus ejes sea sensiblemente paralelo a la dirección del flujo. Hay que recordar que las primeras y últimas filas y columnas son inactivas. Se considera que el nudo está situado en el centro del paralelepípedo que define el bloque. Si se desea dibujar mapas es conveniente definir las filas para que su número sea menor que el de columnas.

- KO = Número de capas. La capa 1 es la más profunda.

- NCH = Número de nudos de nivel impuesto. Debe coincidir con el número de nudos con almacenamiento negativo. Si no es así pueden surgir problemas de impresión de caudales. El cálculo de éstos se hace según los almacenamientos negativos que se encuentre.

- NHD = Número de nudos de río, manantial o evapotranspiración. Debe coincidir con el número de nudos en los que se define conductancia vertical (fichas 19.2).

- NGMAX = Máximo número de grupos de anisotropía de T o K en cualquiera de las capas, o sea, máximo de los NGR (ficha 15.2) dados.

- NLFY2 = Máximo número de leyes que se requieren para calcular el caudal en un nudo. Como en cada tabla de factores (ficha 27) se asigna una ley a un nudo dado, NLFY2 equivale al número de tablas necesarias para definir las leyes que lo afectan.

- NLEY3 = Número de leyes de nivel impuesto variable dadas. Si es cero, no se da ninguna y los nudos con coeficiente de almacenamiento negativo mantienen el nivel impuesto inicialmente.
- INCTM, DELTAI = Número de valores en las leyes e intervalo entre ellos. Se supone que las leyes comienzan en el tiempo cero, por tanto deben prolongarse de forma $DELTAI \times (INCTM-1)$ iguale o supere el tiempo absoluto de simulación previsto, $TORIG + TMAX$ (ficha 6).
- ITMAX = Número máximo de iteraciones. Para régimen transitorio debe bastar con 20. Si es acuífero libre puede ser necesario subir esta cifra. En régimen permanente podría llegarse a 100 o más.

3.2.- Grupo 2. Opciones de cálculo, datos e impresión de resultados.

- IFQN (EQN3) = Cuando es más cómodo dar permeabilidades. Normalmente debe ir acompañada de la opción ESP para dar espesor variable dentro de una capa. No se puede usar en combinación con acuífero libre (WATE.).
- IWATER (WATE.) = Supone acuífero libre en la capa superior. En cada iteración modifica el espesor saturado para que la transmisividad supuesta al alcanzar la solución coincida con el producto de la permeabilidad y el espesor saturado. Obliga a dar datos de permeabilidad y cota del fondo de la capa superior (fichas 17 y 18). Puede dar problemas de convergencia (ver comentarios a HMAX, apartado 3.3.). Si se ha calibrado en régimen permanente suponiendo acuífero cautivo y se desea pasar a libre, se deben dar las cotas de fondo reales y una permeabilidad tal que multiplicada por el espesor saturado (niveles obtenidos -cota de fondo) produzca la T calibrada. Así debe conseguir la solución en una o dos iteraciones.

- **KTH (6)**: Parámetro que acompaña a IWATER.

Si es 0 o 1: Cuando un nudo se seca (nivel por debajo del fondo) le asigna permeabilidad nula y lo elimina permanentemente del cálculo. Con ello se anulan automáticamente sus bombeos y recargas. No tiene opción de recuperarse.

Si es 2: Al secarse el nudo le asigna un nivel constante temporal a PSEGM (ficha 6) sobre el fondo y anula los bombeos. En cada nuevo intervalo de cálculo estos nudos dejan de ser de nivel impuesto, y no restablece los bombeos (pero sí las recargas) hasta que no alcanza un espesor saturado superior a PBOM m (ficha 6).

Si es 3: Artificio para pasar fácilmente de trabajar como acuífero confinado a libre leyendo desde el principio los datos de permeabilidad de la capa superior y de cota del fondo. Con el código 3 se leen estos datos, pero se calcula como confinado.

- **IHDFP (HDFP)**: Permite tratar nudos conectados hidráulicamente con un potencial exterior mediante una función lineal, típicamente ríos, manantiales o drenajes y evapotranspiración (ver 3.5.3.).
- **ITK (ITKR)**: Permite simular capas confinantes donde se puede desprestigiar el almacenamiento y el flujo horizontal sin necesidad de introducirlos explícitamente.
- **GRE (RECH)**: Evita dar una ley específica cuando hay una recarga o bombeo invariable en el tiempo en la capa superior. Típicamente representa la infiltración de lluvia en régimen permanente.

- IDIA (DIAS): Si no se usà, debe emplearse el tiempo en segundos en K (m/s), T (m²/s) y caudales (m³/s), pero no en las variables en que en las instrucciones de datos se especifica que su valor està en días.

- IFSP (ESP): Permite manejar espesor variable dentro de cada capa. Tiene que ir en combinaci3n con EQN3. Es 3til cuando se conoce el espesor de las capas y se quiere calibrar la permeabilidad. No se permite en combinaci3n con WATE.

- IDRAW (DRAW) = Imprime descensos cada KTH (1) intervalos. Los descensos se calculan respecto al estado inicial de la simulaci3n. En r3gimen permanente donde la soluci3n es independiente del estado inicial, si se dan como niveles iniciales los observados, el descenso equivale al error de ajuste en cada pasada.

- IWELL (WELL) = Imprime el caudal neto procedente de las leyes de caudal aplicado a cada nudo. No incluye la recarga de la opci3n RECH. En el caso de nudos secos o en recuperaci3n da el valor supuesto en el c3lculo (cero o suma de recargas).

- ICOND (COND): Permite realizar balances a mano imprimiendo la conductancia en todas las caras de cada nudo. El caudal circulante a trav3s de una cara se obtiene multiplicando la conductancia correspondiente por la diferencia de potencial entre ambos lados y por el ancho en esa direcci3n (X en direcci3n columna, Y en direcci3n fila y X x Y en direcci3n capa). Si se utiliza la opci3n EQN3 se multiplica adem3s por Z (o por el espesor del nudo si se usa ESP).

3.3.- Grupo 3. Datos de condiciones de cálculo

- FRR: Error máximo permitido (en m) en el cálculo de la solución. Como orden de magnitud se puede dar un 1% de la diferencia de potencial entre nudos adyacentes estimada de unas isopiezas reales. En todo caso, mediante la opción MASS se obtiene un balance global y si su error de cierre es excesivamente grande o pequeño, se debe reducir o aumentar FRR.
- CDLT: Se emplea en simulaciones a caudal constante donde se puede ampliar progresivamente el intervalo de cálculo sin cometer errores.

En cada nuevo intervalo se multiplica el Δt anterior por CDLT, produciendo una progresión geométrica.

Si CDLT es mayor que 1 el programa calcula el intervalo inicial DFLT (siempre menor al dado) y el número de intervalos NUMT necesarios para alcanzar TMAX, ignorando DFLT y NUMT dados.

- TORIG, MESIN, IANO1: El programa maneja internamente un contador de tiempo en días respecto a un origen arbitrario. Este origen, $t = 0$ equivale a un tiempo de calendario, mes = MESIN, año = IANO1. TORIG permite empezar la simulación en un punto diferente al $t = 0$ para evitar cambiar las leyes de caudal y los tiempos en los nudos con datos históricos.
- PSEQ, PBOM: Solo se usan con la opción de acuffero libre (WATE) cuando KTH(6) es 2, es decir, para admitir la recuperación en nudos secos. PSEQ representa el espesor saturado que se asigna a los nudos secos cuando pasan a ser de nivel constante (ver 3.2). Debe elegirse un valor pequeño que, permitiendo la recuperación al producir transmisividad no nula, no admita

caudales excesivos que serían falsos. PBOM es el espesor saturado mínimo que se permite para reanudar el bombeo en el nudo. Se introdujo para posibilitar la recuperación de nudos secos, ya que si en el siguiente intervalo dejan de ser de nivel impuesto con solo PSEQ de espesor saturado, vuelven a secarse. El sentido físico de PBOM podría ser la diferencia entre nivel medio en el nudo y nivel en el pozo. Hasta que aquél no alcanza un valor (fondo+PBOM) no puede ponerse en marcha la bomba porque se quedaría en seco debido al descenso en el pozo.

- LENGTH: Número de parámetros de iteración del método SIP. Normalmente 6 deben dar buenos resultados, aunque si hubiera problemas de convergencia se puede probar con otros valores (máximo 20).
- WMAX: Indicador del método de cálculo del parámetro máximo, con cierta influencia en la convergencia. Hay cuatro posibilidades:

WMAX = 1, calcula el parámetro máximo con una fórmula simplificada, en general suficiente. Es el método usado en la versión primitiva del programa.

WMAX = 2, utiliza la fórmula completa y selecciona el máximo valor encontrado. Es adecuado para acuíferos cuasi-isótropos con malla regular.

WMAX = 3, fórmula completa pero selecciona el valor medio. Se recomienda en acuíferos muy anisótropos con malla variable.

WMAX 1, se asigna directamente el parámetro máximo que se quiere usar. Esta opción debe emplearse cuando alguna de las anteriores produce problemas. Si se han dado divergencias, puede disminuirse el valor del parámetro hasta $1-C(1-W)$, siendo W el usado antes y C un valor entre 2 y 10.

Si la convergencia era lenta, se aumenta el parámetro mediante la misma expresión, con C entre 0.1 y 0.5.

- HMAX = Factor de aceleración o amortiguación. En combinación con los parámetros de iteración permite controlar el proceso de cálculo. En general debe usarse un valor de 1.0. Sin embargo, cuando hay ríos, manantiales o evapotranspiración, se suele acelerar el proceso dando un valor superior a 1, del orden de 1.2, que habrá que afinar en cada caso.

Igualmente pueden acelerarse las simulaciones de acufferos bidimensionales muy anisótropos. Por el contrario, en acufferos libres con posibilidad de sequía de nudos es conveniente frenar el proceso para que al acercarse progresivamente a la solución se evite el vaciado ficticio de nudos y se perturbe la convergencia. Puede necesitarse incluso un valor tan bajo como 0.5.

3.4. Grupo 4. Opciones de dibujo.

- ISMUL: Permite comprimir el dibujo de la evolución de niveles en nudos cuando la simulación tiene demasiados intervalos. Por ejemplo, para obtener dibujo en una sola página, que tiene aproximadamente 40 líneas útiles en un caso con 120 intervalos, basta hacer ISMUL = 3.
- TINCRE: Representan la escala de tiempo en el dibujo (días por línea).
- ICIN: Permite grabar en cinta todos los descensos y niveles en cada intervalo para su posterior utilización. En general se usa para representaciones gráficas.

- XSCALE, MESUR: Definen numérica y alfabéticamente las unidades que aparecen en los ejes de los mapas.
- NFRN: El ancho útil del papel de ordenador es de unos 30 cm. Si se desean los mapas a una determinada escala y la dimensión del modelo medida a lo largo de las columnas no permite su representación completa en 30 cm, puede dividirse el mapa en un máximo de 4 franjas que se pueden montar posteriormente.
- FACTM: Los números representados en el mapa tienen como máximo tres cifras enteras. FACTM permite seleccionar las unidades empleadas de forma que se evite al máximo la aparición de ***, lo que sucede cuando se quiere imprimir un número de cuatro cifras. Por ejemplo, si las permeabilidades oscilan entre 1 y 0.01 se puede hacer FACTM= 100, con lo que en el mapa aparecerán valores entre 100 y 1.

3.5.- Grupo 6. Características de los nudos de la malla.

3.5.1.- Estado inicial de niveles

La solución en régimen permanente es independiente del estado inicial, por lo que basta con dar un valor cualquiera uniforme. Hay que observar sin embargo que si hay nudos de nivel impuesto, van a tener potencial igual al estado inicial asignado.

Si se supone acuífero libre (opción WATE) hay que procurar que el nivel inicial esté por encima de la cota del fondo. En caso contrario se secaría artificialmente el nudo.

3.5.2.- Transmisividades o permeabilidades

Los factores de anisotropía permiten simular distintas anisotropías dentro de una misma capa. Además dan flexibilidad al proceso de calibración si los datos se preparan con previsión. Efectivamente, si se pueden distinguir varias zonas que por su diferente litología indiquen una posible diferencia de T o k, conviene asignar a los nudos situados en ellas un grupo de anisotropía diferente. De este modo, cambiando los factores de un grupo se modificaría la T o k de la zona afectada por él, sin necesidad de cambiar las fichas de nudo.

Una nota importante es que en caso de manejar varias capas y dar transmisividades (no se usa la opción EQN3), el factor de anisotropía según la dirección vertical debe darse de manera que multiplicando por la T del nudo produzca la permeabilidad vertical.

3.5.3.- Ríos, manantiales o evapotranspiración.

La conductancia vertical CSS es el factor que multiplicado por la diferencia de potencial entre el acuífero y el río, manantial o límite inferior de la zona de evapotranspiración produce el caudal absorbido o cedido.

Para el río CSS representa la combinación de:

- Permeabilidad vertical k' de los materiales semipermeables (limos) bajo el río.
- El espesor de los limos del fondo, b.
- La superficie de río dentro del nudo, a.

El valor de la conductancia es:

$$CSS = (k/b) (a) \text{ en } (m^2/s \text{ o } m^2/día).$$

Para la evapotranspiración se calcula como la relación entre el caudal máximo de evapotranspiración y la profundidad a la que la ETR es nula.

Para manantiales o drenajes CSS tiene el mismo sentido que en el río, es decir, la conductividad en unidades de superficie/tiempo, que multiplicada por la diferencia entre el potencial del acuífero y la cota del manantial produce el caudal saliente en el nudo.

Para poder representar los tres tipos de fenómeno con la misma función se definen tres cotas o umbrales característicos que permiten limitar la variación lineal del caudal. Estas cotas se definen como cota superior (HB), media (HSS) e inferior (HSL), con distinto sentido físico según el problema que traten.

Los ríos funcionan de manera que al aumentar la diferencia de potencial entre el río y el acuífero aumenta linealmente el caudal. Si éste llega a descolgarse, la conexión se hace en régimen semisaturado y entonces se supone que a partir de ahí el caudal es constante. Para conseguir esto se define:

- HB = Cota superior, muy alta, de forma que no hay límite al caudal cedido por el acuífero al río.
- HSS = Cota media, nivel medio del río en el nudo.
- HSL = Cota inferior, nivel de entrada en régimen semisaturado (cota del fondo del río).

De este modo, el caudal es:

$$QS = CSS (HSS-h) \text{ para } h < HSL$$

$$QS = CSS (HSS-HSL) \text{ para } h > HSL$$

Siendo h el nivel del acuífero. Para manantiales y drenes basta con hacer la cota media, HSS , igual a la inferior, HSL , e igual al nivel de salida de agua, con lo cual si el potencial es inferior a la cota del manantial el caudal es nulo. La cota superior se hace igualmente muy alta para no limitar el caudal máximo. De este modo, si el acuífero se descuelga, el caudal de salida se anula.

Para la evapotranspiración, por debajo de una cierta profundidad del nivel freático, el caudal es nulo, y por encima de la cota del terreno (encharcamiento) es máximo y constante. Por ello, la cota superior HB se hace igual a la media del terreno, y las cotas media HSS e inferior HSL iguales a la de la profundidad de interrupción de la E.T.R. Con ello, el caudal es:

$$QS = CSS (HSS-HB) \text{ para } h < HB$$

$$QS = CSS (HSS-h) \text{ para } HSS < h < HB$$

$$QS = CSS (HSS-HSL) = 0 \text{ para } h > HB$$

En todos los casos, el caudal saliente desaparece del balance, es decir que se supone que se recoge, canaliza y evacúa.

La identificación de los nudos de este tipo se hace por dos caminos. Primero, son los nudos en los que CSS es distinto de cero (fichas 19.2.). Segundo, nudos en los que se definen las tres cotas características (fichas 19.3). Los nudos identificados por uno y otro camino deben coincidir, y en total hay que dar NHD nudos (ficha 3).

3.5.4.- Dimensiones de la malla

Se pueden dar dimensiones variables, con cuidado de que los anchos de mallas adyacentes no sean diferentes, del orden de menos del doble. Los anchos de las primeras y últimas filas y columnas son indiferentes en el cálculo, ya que no se utilizan debido a la hipótesis de borde impermeable en el contacto con el interior de la malla. No debe darse valor cero.

Hay que evitar también celdas excesivamente alargadas, que pueden dificultar la convergencia.

En la dirección vertical, cuando el acuífero tiene pendiente fuerte, no debe preocupar excesivamente el hecho de que el fondo de un elemento quede por encima del techo del adyacente, ya que la conexión hidráulica no se hace geoméricamente sino a través de la media armónica de las transmisividades, del producto de permeabilidades por espesores saturados o del producto de permeabilidades por los espesores de capas, según la opción usada.

3.6.- Grupo 7. Valores de bombeos y recargas y niveles impuestos.

3.6.1.- Leyes de caudal.

Definen la variación en el tiempo de cada uno de los caudales que se presentan en el modelo. El caudal aplicado a un nudo es calculado por el programa multiplicando el valor de la ley en el instante en cuestión por el factor que afecta a esa ley en el nudo, dado en las tablas de factores (fichas 27). Si un nudo fuera afectado por más de una ley, el caudal total es la suma algebraica de los valores parciales, máximo NLE.Y2 sumandos (ficha 3).

Con este procedimiento se minimiza el número de datos necesario para definir el caudal de cada nudo en cada momento y se facilita el proceso de calibración, ya que para modificar el caudal en un instante se cambian los valores de las leyes que se deseen correspondientes a este tiempo, y para modificar un caudal a lo largo de toda la simulación basta cambiar el factor correspondiente.

Las leyes tienen que prolongarse para cubrir todo el tiempo simulado. Si los intervalos de simulación empleados son mayores que los de las leyes puede suceder que no se calculen los niveles correspondientes a los valores extremos de caudal, con lo cual la solución obtenida, aunque correcta, estará suavizada, sin alcanzar los máximos y mínimos niveles observados. En tal caso conviene dar leyes a intervalos iguales a los de simulación, analizando previamente los valores que se desea calcular.

3.6.2.- Leyes de nivel impuesto

Como las leyes de caudal, definen la variación en el tiempo de los niveles impuestos. Se pueden emplear para variar el nivel en un embalse o río, o para imponer un ritmo de descenso en nudos obteniendo el caudal de bombeo necesario. El nivel aplicado a los nudos afectados por estas leyes es calculado por el programa sumando al valor de la ley en el instante en cuestión el factor correspondiente al nudo. El número de la ley y el factor se leen en la tabla de factores de niveles. Si a lo largo de un intervalo el valor asignado a un nudo es cero, se supone que en ese período no se aplica nivel impuesto. Los nudos no afectados por las leyes de nivel impuesto a los que se ha asignado almacenamiento negativo mantienen un nivel impuesto constante e igual al nivel inicial.

3.6.3.- Tablas de factores

Tienen el sentido indicado en el apartado anterior. Solo cabe observar que para facilitar la calibración, si dos zonas son afectadas por leyes similares y es previsible que haya que modificarlas en distinto sentido a lo largo del proceso, conviene dar dos leyes diferentes aunque inicialmente sus valores sean idénticos.

La revisión de los datos de factores se facilita con el dibujo del mapa de los que afectan a determinada ley (mapas 10, 11, 12 y 13 ficha 11.2.).

Si NLFY3 es positivo, indicando que se dan niveles impuestos variables, a las NLEY2 tablas de caudal dadas para cada capa se añade una última que especifica el factor aditivo y la ley de nivel correspondiente.

4.- ESTRUCTURACION DE LOS RESULTADOS

Los resultados proporcionados por el programa se dividen en siete grupos representativos de distintas características:

- 1.- Datos generales de la pasada, donde se incluyen los contenidos en los tipos de fichas 1 a 12. Se imprime siempre.
- 2.- Datos características de la malla, que comprende los datos de las fichas tipos 13 a 24. Cada una de las variables se puede imprimir opcionalmente.
- 3.- Datos de leyes y factores de bombeo y recarga y de nivel impuesto, que comprende las fichas tipos 25 a 28. Las leyes pueden dibujarse o no y las tablas de factores imprimirse o no individualmente.
- 4.- Resumen de los factores aplicados a cada ley. Se imprime siempre.
- 5.- Mapas de las variables de datos que se quieren representar. Es un grupo opcional.
- 6.- Resultados de cada intervalo de cálculo, incluyendo balance global, balance de zonas, caudal de nudos de nivel impuesto, descensos, niveles, mapas de éstos, balance neto de caudales y conductancias. Cada uno de estos resultados se puede imprimir con frecuencia diferente.
- 7.- Gráficos de evolución de niveles en los nudos deseados, opcionales.

A N E X O - II

=====

FICHEROS DE ENTRADA DE DATOS

ACUIFERO LIBRE DEL PARANÁ DE CUELLAR, MODELO DE UNA CAPA EN REGIMEN PERMANENTE									
AJUSTE CON ACUIFERO LIBRE-2									
20	39	1	28	1	2	2	2	100	50
1001	WATER		HEAD						
1002	HEAD		MASS						
1003	.5	1	1	1	1	0	09	1973	.1 .2
1004	5	1	.8						
1005	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1006	0	1	1						
1007	1								
1008	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1009	1		1						
1010	1								
1011	0								
1012	0								
1013	0	0							
1014	2								
1015	0								
1016	0								880.490
1017	0	0							
1018	3								856.488 957.277
1019	0								
1020	0								880.495 880.498 880.497
1021	880.497								
1022	4								
1023	879.551	879.000	0	0	878.000	878.808	0	0	0
1024	0	0	878.464	878.304	0	0	0	880.499	880.503 880.501
1025	880.500	0							
1026	5								
1027	874.000	878.415	874.393	0	878.800	879.153	879.410	0	0 878.000
1028	878.329	0	878.428	878.000	0	878.300	878.884	880.488	880.575 0
1029	0								
1030	6								
1031	0	879.390	888.427	885.000	0	879.402	879.514	879.855	0 878.767
1032	878.398	879.046	879.920	881.657	882.944	881.006	880.935	881.368	881.384 880.000
1033	879.392	0	867.461						
1034	7								
1035	871.815	0	868.978	869.359	870.301	0	879.000	879.685	877.000 878.150
1036	879.531	880.765	881.226	881.576	882.101	879.974	880.462	880.836	882.073 879.325
1037	874.478	888.441	887.432	0					
1038	8								
1039	872.830	873.580	0	870.260	871.081	872.478	878.630	881.433	881.000 880.768
1040	882.006	882.002	882.004	880.807	877.747	874.309	874.396	874.337	876.874 878.393
1041	877.131	870.013	866.697	865.783	0				
1042	9								
1043	873.824	874.287	873.011	0	0	0	882.089	882.770	883.208 884.289
1044	886.087	884.744	882.948	880.452	876.391	874.156	873.982	873.803	874.098 877.455
1045	879.629	875.119	866.357	864.778	863.030	861.932	0		
1046	10								
1047	874.293	874.810	875.717	877.151	878.316	878.819	0	883.194	883.545 884.429
1048	887.293	895.628	883.889	881.248	877.166	873.954	873.640	873.044	872.552 873.391
1049	876.402	873.334	868.027	864.088	862.812	860.831	840.000		
1050	11								
1051	878.154	880.061	879.980	879.229	878.893	879.253	879.566	0	0 884.731
1052	886.337	883.984	883.120	882.803	879.170	873.143	873.169	872.209	871.748 870.885
1053	870.166	869.220	866.363	863.888	862.523	861.361	860.720	860.816	
1054	12								
1055	874.924	880.903	882.373	881.904	880.912	879.872	879.790	879.764	880.000 883.874
1056	885.795	885.664	885.935	884.364	881.121	877.478	873.722	871.799	871.296 870.439
1057	869.370	867.946	866.348	864.526	862.926	861.513	860.841	860.851	
1058	13								
1059	866.000	876.388	881.270	883.035	883.771	883.377	883.867	883.888	883.138 884.917
1060	886.261	885.901	886.501	885.435	882.863	881.209	875.915	871.806	871.146 870.276

J181	.011 .011 .011 .011 .011 .021 .061 .051 .231 .251 .2551 .1431 .1561 .1671 .2381 .4121
J182	.2301 .33011 .4811 .941
J183	17 2.4012.401 4.7711.491.0361.0051.0041.0051
J184	.0051.0061 .011 .011 .011 .021 .061 .051 .241 .251 .321 .201 .091 .051 .041.0071
J185	.0131.0071.0111.0711
J186	19 .2215.681 .011.0091.0051.0061
J187	.011 .011 .021 .011 .011 .041 .061 .051 .241 .301 .551 .261 .341 .021 .011 .011
J188	.011 .011.0641.0971
J189	19 3.5016.771 .061.0281 .0361
J190	.231 .101 .091 .051 .051 .231 .091 .141 .191 .251 .091 .031 .101
J191	.091 .091 .091
J192	20
J193	0
J194	0
J195	1 1 COTAS DE FONDO
J196	1
J197	0 0 0 0 0 0 0 0 0
J198	2
J199	0 872
J200	3 0 0 0 0 0 855 855
J201	0 872 874 872 869
J202	4 853 850 855 0 0 870 870 0 0 875 875 0 0 0 0
J203	0 0 875 875 872 872 872 872
J204	5 844 855 850 870 970 868 874 872 970 870
J205	870 875 875 875 876 873 872
J206	6 852 852 855 861 870 865 865 870 870 870 870
J207	875 878 875 875 875 870 870 870 865 870 870 865
J208	7 855 855 855 854 850 850 850 865 865 865 865 870 870 870 870
J209	865 860 860 860 865 865 865 865 865 865 868 865 865
J210	8 850 845 845 850 855 855 860 865 865 870 870 865 870 870 870
J211	870 870 860 855 855 850 850 850 855 860 865 865 864
J212	9 850 845 845 850 850 855 860 860 865 865 865 865 865 860 860
J213	860 860 860 855 855 855 850 845 840 850 855 860 864 863 860 860
J214	10 865 850 850 850 845 845 845 850 850 852 855 855 860 865 855 865 870 870
J215	870 865 860 860 860 855 853 850 845 845 850 855 855 860 858 850 839
J216	11 845 850 855 855 845 850 850 850 850 855 860 860 860 865 870
J217	865 865 865 862 860 855 850 850 850 845 845 850 855 860 860 860 850 859
J218	12 850 850 850 850 850 850 850 850 850 850 850 850 850 855 865 870 870
J219	865 865 865 865 865 865 865 862 860 850 845 850 855 860 860 860 854 860
J220	13 850 850 850 850 845 850 850 850 855 860 860
J221	865 865 865 865 865 860 860 855 855 850 845 850 855 860 860 860 854
J222	14 860 860 860 850 850 852 854 850 850 855 855 860
J223	855 863 860 850 855 850 850 850 845 845 850 850 850 855 860 858 852
J224	15 860 860 865 865 860 860 850 845 850 850 850 850 855 855 860
J225	865 860 860 855 850 850 850 855 850 850 850 950 855 850 850 848 845
J226	16 855 860 850 860 860 450 840 845 850 850 850 855 855 860
J227	860 860 855 855 850 850 850 850 850 855 860 864 860 855 855
J228	17 855 855 860 850 842 840 840 845 850 855 855 860
J229	860 855 855 850 850 850 855 850 855 855 850 850 848 850 855 860
J230	18 860 860 855 855 850 848 850 855 860 860
J231	860 860 855 850 850 855 865 865 850 860 855 850 850 850 870 867
J232	19 860 860 860 858 850 860 860 860 865
J233	865 870 870 875 875 875 875 875 870 875 875 875
J234	20
J235	0
J236	1000 0 ANCHO DE COLUMNAS
J237	1000 0 ANCHO DE FILAS
J238	1 0 ESPESOR DE CAPAS
J239	1 INFILTRAC.
J240	1 1

0241	2BOMBEO5										
0242	1	1									
0243	1.E-3	1									TABLA INFILTR.GRUPO1
0244	1										
0245	0										
0246	0										
0247	0									0	
0248	2										
0249	0										
0250	0										.798 1
0251	0									0	
0252	3									1.57 1 1.76 1	
0253	0										
0254	0									.854 1 1.24 1	.980 1
0255	1.04 1										0
0256	4									.588 1 1.96 1 1.96 1	
0257	2.45 1									2.13 1 0 1 0 1	
0258			1.92 1 1.70 1							1.38 1 1.38 1	1.38 1
0259	.968 1										0
0260	5									1.96 1 1.76 1	
0261		3.23 1 1.96 1		2.02 1	2.13 1	2.13 1					
0262	1.44 1		2.13 1							2.13 1 2.13 1 2.13 1	
0263	0										0
0264	6									1.27 1 1.96 1 1.96 1 1.96 1	
0265	0	1.97 1 1.99 1								2.02 1 2.13 1 2.13 1	1.00 1
0266	1.81 1	2.18 1 2.55 1	2.55 1	2.13 1						2.13 1 2.13 1 2.13 1	
0267	1.81 1		1.17 1								
0268	7			.880 1 1.70 1 1.96 1	1.96 1	1.96 1	1.96 1	1.96 1	1.96 1	1.96 1	1.96 1
0269	1.18 1		1.90 1	2.16 1 2.14 1						2.02 1	1.70 1
0270	2.55 1	2.55 1 2.55 1	2.55 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1
0271	2.13 1	2.02 1 1.39 1									
0272	8				1.96 1	1.96 1	1.96 1	1.96 1	1.96 1	1.96 1	2.00 1
0273	1.69 1	1.29 1		1.51 1	2.16 1 2.14 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.02 1
0274	2.13 1	2.55 1 2.55 1	2.55 1	2.55 1	2.55 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1
0275	3.19 1	2.13 1	1.60 1	1.39 1							
0276	9				1.76 1	1.96 1	1.96 1	1.97 1	2.11 1	2.16 1	
0277	4.73 1	1.73 1 1.29 1								.881 1 1.07 1 2.13 1 2.13 1	
0278	2.13 1	2.55 1 2.55 1	2.55 1	2.13 1	2.02 1					2.13 1 2.13 1 2.13 1	3.19 1
0279	2.13 1	3.19 1	2.13 1	2.02 1						1.60 1	
0280	10	2.94 1 1.97 1	1.97 1	1.96 1	1.70 1 1.97 1	2.14 1	2.16 1	2.16 1	2.16 1	2.16 1	
0281	2.16 1	2.16 1 2.16 1	2.16 1	2.05 1	1.62 1					.847 1 1.06 1	2.13 1
0282	2.13 1	2.55 1 2.55 1	2.55 1	2.13 1	2.55 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	3.19 1
0283	3.19 1	3.19 1 2.13 1	2.13 1	1.92 1	2.13 1						
0284	11	.980 1	1.96 1 1.96 1	1.96 1	2.03 1					2.05 1 2.16 1	2.16 1
0285	2.16 1	2.16 1 2.16 1	2.16 1	2.16 1	2.16 1	2.16 1	2.16 1	1.94 1			1.83 1
0286	2.14 1	2.55 1 2.81 1	2.55 1	2.55 1	2.55 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1
0287	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	1.70 1			
0288	12									2.16 1 2.16 1	2.16 1
0289	2.16 1	2.16 1 2.16 1	2.16 1	2.16 1	2.16 1	2.16 1	2.16 1	2.16 1	2.16 1	2.16 1	1.83 1
0290	1.72 1	2.24 1 2.81 1	2.81 1	2.55 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1
0291	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	1.92 1	2.13 1			
0292	13										.756 1 1.72 1
0293		2.16 1	2.16 1 2.16 1	2.16 1	2.16 1	2.16 1	2.16 1	2.16 1	2.16 1	2.16 1	2.16 1
0294	2.16 1	2.04 1 2.83 1	2.81 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1
0295	2.13 1	2.13 1 2.13 1	2.13 1	2.02 1	1.94 1	1.49 1					
0296	14									.756 1 1.03 1	1.03 1
0297	0									1.83 1 2.16 1	2.16 1 1.72 1 1.50 1
0298	1.91 1	2.16 1 2.16 1	2.09 1	2.14 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1
0299	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	1.81 1	1.81 1	.700 1			
0300	15									.756 1 1.08 1	1.08 1 1.08 1 1.08 1

1301	1.70 1	1.70 1	2.59 1	1.70 1		1.72 1	1.94 1	2.16 1	1.72 1	1.72 1
1302	1.73 1	2.16 1	2.16 1	1.08 1	1.08 1	1.07 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1
1303	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	1.92 1					
1304	16						.812 1	1.03 1	1.03 1	.973 1
1305	1.03 1	1.06 1	2.13 1	2.55 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1
1306	2.16 1	2.16 1	2.16 1	2.16 1	1.08 1	1.08 1	2.14 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1
1307	2.13 1	2.13 1	2.55 1	2.13 1	2.13 1	1.81 1				
1308	17						.217 1	.322 1		
1309	1.72 1	2.16 1	2.16 1	2.59 1	3.42 1	2.59 1	2.59 1	2.16 1	2.16 1	2.16 1
1310	2.16 1	2.16 1	2.16 1	2.16 1	1.08 1	1.08 1	2.16 1	2.16 1	2.14 1	2.13 1
1311	2.13 1	3.06 1		1.99 1	1.39 1	1.60 1				
1312	18									
1313		2.16 1	2.16 1	2.85 1		2.70 1	2.16 1	2.16 1	2.16 1	2.16 1
1314	2.16 1	2.16 1	2.16 1	2.16 1	1.08 1	1.08 1	2.16 1	2.16 1	2.16 1	2.16 1
1315	2.13 1	2.13 1	2.13 1	2.13 1	1.92 1	1.27 1				
1316	19									
1317		1.70 1	1.70 1	.861 1		1.70 1		2.05 1	2.16 1	2.16 1
1318	1.94 1		1.29 1	1.08 1	.700 1	.755 1				1.18 1
1319	1.62 1	2.14 1	1.70 1	1.06 1	1.70 1					
1320	20									
1321	0									
1322	0									
1323	0									
1324	-1.E-3		1							
1325	1									
1326	0									
1327	0									
1328	0									
1329	2									
1330	0									
1331	0									
1332	0								0	
1333	3						.47 2	.47 2		
1334	0									
1335	0							1.12 2	1.12 2	.39 2
1336	.39 2									0
1337	4						.47 2	.47 2	.47 2	
1338	.57 2						.57 2			
1339	0		1.12 2	1.12 2				1.12 2	1.12 2	.39 2
1340	.39 2									0
1341	5							.47 2	.47 2	
1342		.57 2	.57 2		.57 2	.57 2	.57 2			
1343	1.12 2		1.12 2				6.12 2	1.12 2		.39 2
1344	0									0
1345	6						.47 2	.47 2	.47 2	.47 2
1346	0	.57 2	.57 2				.57 2	.57 2	.57 2	.57 2
1347	2.43 2	2.43 2	2.43 2	1.12 2	1.12 2	1.12 2	.39 2	.39 2	.39 2	.39 2
1348	.39 2		.39 2							0
1349	7						.47 2	.47 2	.47 2	.12 2
1350	.12 2		.57 2	.57 2	.57 2			.47 2	.12 2	.12 2
1351	2.43 2	2.43 2	2.43 2	2.43 2	1.12 2	1.12 2	.39 2	.39 2	.39 2	2.43 2
1352	1.59 2	1.59 2	.13 2							0
1353	8						.47 2	.47 2	.47 2	.12 2
1354	.12 2	.12 2		.57 2	.57 2	.57 2	.57 2	.57 2	.57 2	.57 2
1355	2.43 2	2.43 2	2.43 2	2.30 2	2.43 2	.39 2	.39 2	.39 2	.39 2	1.59 2
1356	1.59 2	1.59 2	.13 2	.13 2						0
1357	9				.35 2				.12 2	.12 2
1358	.12 2	.12 2	.12 2				.12 2	.39 2	.39 2	.39 2
1359	.39 2	2.43 2	2.43 2	2.43 2	2.43 2	2.43 2	2.43 2	1.59 2	1.59 2	1.59 2
1360	0	.13 2	.13 2	.13 2						0

TABLA BOMBEOS GRUPO2

ACUIFERO LIBRE DEL PARANÁ DE COELLAR, NIVEL DE UNA CAPA EN RESIMEN TRANSITORIO																								
AJUSTE CON ACUIFERO LIBRE-2																								
0001	20	39	1	28	1	4	4	13	90	10														
0004	WATE			MASS																				
0005	HEAD 4																							
0006	.5	1080	12	1	90	0	09	1978	.1	.2														
0007	6	1	3																					
0008	8	1	30	8	20																			
0009	8	24	1	9	5	1	10	31	1	11	11	1	15	34	1	17	15	1	18	20	1	19	26	1
0010	8	24	1	15																				
0011	101978	883.1	21979	885.5	31979	887.0	41979	887.2	61979	884.3	71979	883.9												
0012	81979	881.9	91979	886.7	101979	885.2	21979	885.7	21980	887.2	31980	887.6												
0013	41980	888.0	41981	886.9	91981	883.3																		
0014	9	5	1	20																				
0015	81978	865.4	101978	864.5	21979	865.8	31979	866.1	41979	865.8	61979	865.9												
0016	71979	865.7	91979	865.4	91979	855.0	101979	854.5	21979	864.7	21980	858.2												
0017	31980	866.3	41980	866.5	61980	866.1	91980	865.4	11981	865.1	41981	866.1												
0018	81981	865.5	91981	865.3																				
0019	10	31	1	20																				
0020	81978	876.5	101978	877.3	21979	877.7	31979	878.7	41979	878.8	61979	877.8												
0021	71979	877.5	81979	877.5	91979	877.5	101979	877.4	21979	877.2	21980	878.7												
0022	31980	879.7	41980	880.2	51980	879.9	91980	877.3	11981	877.9	41981	877.6												
0023	81981	877.5	91981	877.5																				
0024	11	11	1	20																				
0025	81978	878.4	101978	879.4	21979	880.4	31979	881.6	41979	880.2	61979	880.0												
0026	71979	879.9	91979	879.5	91979	879.7	101979	879.5	21979	879.7	21980	880.9												
0027	31980	881.2	41980	881.7	61980	880.6	81980	879.8	11981	879.4	41981	880.2												
0028	81981	879.7	91981	879.7																				
0029	16	34	1	13																				
0030	71979	867.0	81979	867.6	91979	877.1	101979	877.3	21979	876.6	21980	879.8												
0031	31980	882.3	41980	881.7	61980	875.3	91980	881.5	11981	879.7	41981	879.3												
0032	91981	875.3																						
0033	17	15	1	17																				
0034	101978	885.1	21979	887.0	31979	888.3	31979	888.4	61979	889.0	71979	887.4												
0035	91979	886.5	101979	886.9	21979	887.7	21980	889.7	31980	890.5	41980	891.7												
0036	61980	891.3	91980	889.8	11980	887.6	41981	890.7	91981	888.2														
0037	18	20	1	20																				
0038	81978	885.6	101978	885.5	21979	886.2	31979	887.1	41979	886.8	61979	886.9												
0039	71979	886.4	81979	886.3	91979	885.9	101979	885.7	21979	885.8	21980	887.5												
0040	31980	887.5	41980	888.0	71980	887.5	91980	886.7	11981	886.8	41981	887.0												
0041	81981	886.1	91981	886.2																				
0042	19	26	1	17																				
0043	81978	881.4	101978	882.5	21979	882.9	31979	884.8	41979	885.2	71979	884.2												
0044	91979	883.5	101979	883.2	21979	883.2	21980	884.4	31980	885.6	41980	884.4												
0045	61980	886.5	91980	884.3	11981	884.2	41981	884.4	91981	883.2														
0046	NIVELES INICIALES																							
0047	1																							
0048	0																							
0049	0																							
0050	0	0																						
0051	2																							
0052	0																							
0053	0											880.490												
0054	0	0																						
0055	3											856.488 857.277												
0056	0																							
0057	0											880.495 880.498 880.497												
0058	880.497																							
0059	4											855.540 855.526 857.954 0 0												
0060	879.551	878.500	0	0	878.000	878.808	0	0	0	0	0	0												

0121 883.716 894.000 884.394 883.429 881.893 880.926 880.611
0122 882.512 894.523 885.089 884.663 893.569
0123 20
0124 0
0125 0
0126 0

0127 4.5E-2 1 COEF.ALMACENAMIENTO

0128 1
0129 0
0130 2
0131 0
0132 3
0133 0
0134 4
0135 0 1 1
0136 5
0137 1 1 -1
0138 6
0139 7
0140 7
0141 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
0142 8
0143 1 1 1 .65
0144 9 .5
0145 10
0146 10 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
0147 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 -1
0148 11
0149 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
0150 12 -1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 -1 1
0151 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
0152 13 1 1 -1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
0153 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
0154 14 -1 -1 -1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
0155 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
0156 15 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .68 .68 .68 .68 .68 1 1 1
0157 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .5 .5 .5 .5 .5 .5 .5 .5
0158 16 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .68 .68 .68 .68 .68 1 1 1
0159 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .5 .5 .5 .12 .5 .5
0160 17 1 1 .68 .68 .68 .68 .68 1 1 1
0161 1 1 1 .5 .5 .5 .5 1 1 .5 .5 .5 .5 .5 .5
0162 18 -1 1 .68 .68 .68 .68 .68 1 1 .8
0163 1 1 1 .5 .5 .5 .5 1 1 .5 .5 .5 .5 .5 .5
0164 19 -1 1 .68 .68 .68 .68 1 1 1
0165 1 -1 1 .5 .5 .6

0166 20
0167 0
0168 0 0 0 1 1

0169 1 1 1 1 1 0 PERMEABILIDADES

0170 1.E-3 1 1 0
0171 1 1 1 1

0172 1
0173 0
0174 0
0175 2
0176 0
0177 0

0178 3 6.7414.051 13.61
0179 0 13.0125.4113.415.931
0180 0

7181	4					3.8911.9813.001	0	0	.021	.041	0	0	1.3412.131				
7182	0					1.1511.221	0	0	0	13.0113.0113.0113.01							
7183	0																
7184	3					1.7515.2119.801			.221	.021	.0281		1.6911.121				
7185	.861			.501	.101	1.1911.341			8.751	.3911.1611.391							
7186	0																
7187	6					2.7213.741.02215.851				.0512.3112.831			.861				
7188	.271	.531		.041	.601	.141	.041	.031	.041	.021	.071	.071	.031	.261	.041		
7189	7.001																
7190	7					2.0112.6313.211.0181	.0213.0812.3113.711								2.0211.8411.501		
7191	.451	.041	.581	.111	.011	.0091.0081.0081	.011	.011	.011	.011	.011	.011	.011	.011	.05611.001		
7192	4.381																
7193	8					1.281.0091	.011	.021	.0111.3311.9312.921						1.5316.7413.241		
7194	.061	.051	.351	.051	.011	.011.0081.0071.0081	.471	.371	.371	.0971.0081	.011	.071					
7195	6.1816.551																
7196	9					1.171.0091	.011	.011	.0111.2911.8111.7412.471								
7197	.521	.291	.291	.021	.021	.0071.0081.0071.0091	.561	.451	.371	.021.0071.0071	.011						
7198	.75916.1911.5311.591																
7199	10	.711	.931	.9311.071	.731	.761	.011	.011	.0111.0311.1711.1211.3611.7311.691								
7200		.531	.391	.221	.011	.0091.0081.0091	.011	.571	.521	.461	.391	.021	.0071	.011			
7201		.1611.7911.881.7271	.881														
7202	11	.711	.9311.4411.451			.761.0091	.021	.011	.0081.0081	.911	.0411.2311.201						
7203	1.591			.211	.021	.0091.0091.0091	.011	.0091	.021	.481	.501	.411	.431	.051			
7204		.9813.7815.83123.313.93113.51															
7205	12					.1511.021	.421	.401	.021.0071	.011	.011	.021	.021	.731			
7206		.9311.541	.401	.091	.041	.0091.0091.0091	.011	.021	.0411.131	.971	.531	.6611.091					
7207		1.7314.3815.54114.8116.1180.91															
7208	13								.391	.391	.061.0071.0091	.011	.011	.011			
7209		.011	.011	.041	.061	.041.0091.0081.0091	.021	.021	.021	.651	.671	.981	.8111.091				
7210		1.7014.1016.21113.9111.31															
7211	14					.46214.5214.711				.0141	.091	.131	.0061.0051				
7212		.0051.0061	.011	.011	.021	.011	.021	.021	.021	.011	.491	.411	.9211.2011.281				
7213		1.3812.3017.1118.5514.061															
7214	15					.46214.711122.1245.14.901.0431.0091.0051.0061	.131	.011									
7215		.011	.011	.011	.011	.011	.021	.021	.021	.021	.021.6071	.661.6971.7371.7871					
7216		.3041.15211.051	.3711.171														
7217	16					2.4014.7114.8014.9014.381	.011	.0091.0051.0051	.011								
7218		.011	.011	.011	.011	.021	.061	.061	.231.2411.2551.1431.1561.1671.2381.4721								
7219		.2301.33011.4811.941															
7220	17					2.4014.701				.47111.491.0061.0051.0041.0051							
7221		.0051.0061	.011	.011	.011	.021	.061	.051	.241	.251	.321	.201	.991	.051	.041.0071		
7222		.0131.0071.0111.0711															
7223	18										.2213.681	.011.0091.0051.0061					
7224		.011	.011	.021	.011	.011	.041	.061	.051	.241	.301	.551	.261	.041	.021	.011	.011
7225		.011	.011.0641.0971														
7226	19										3.3015.771	.061.0281				.0361	
7227		.231	.101	.091	.061	.051	.231	.091	.141	.191	.251				.091	.031	.101
7228		.091	.091	.091													
7229	20																
7230	0																
7231	0																
7232	1																
7233	1																
7234	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7235	2																
7236	0																
7237	3	0	0	0	0	0	955	855									
7238	0																
7239	4																
7240	0	0	875	875													

COTAS DE FONDO

0241	5					844	855	850		870	870	865		874	872	870		870		
0242	870	975	875			876	876	873	872											
0243	6					852	852	855	861			970	865	865		870	870	870	870	
0244	875	878	875	875	375	873	370	870	855	870	870		865							
0245	7			855	955	355	354	860	850	350	955		865	865	865		870	870	870	870
0246	955	850	850	860	865	865	865	855	955	955	868	965	865							
0247	8				350	845	845	850	855	355	850	855		865	870	870	867	870	870	870
0248	870	870	850	855	855	855	850	850	850	855	860	865	865	864						
0249	9				850	845	345	850	850	855	850	850	865				865	865	865	860
0250	860	850	850	855	855	850	845	340	850	855	850	854	853	860	860					
0251	10	345	850	850	850	845	345	845	850	850	952	955	955	960	965	865		865	870	870
0252	870	865	860	860	860	855	853	850	845	845	850	855	855	860	858	950	339			
0253	11	845	850	855	855		845	850	850	850	850	950	950	855	350	850	865			870
0254	865	865	865	862	860	855	950	850	850	845	945	850	855	860	860	860	850	859		
0255	12				850	950	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	855	865	870	870
0256	855	955	855	865	865	865	865	862	850	350	845	850	855	850	360	850	854	860		
0257	13								850	850	850	850	845	850	850	850	855	860	860	865
0258	855	855	865	865	865	860	860	855	955	950	845	850	855	860	860	860	854			
0259	14				860	860	860			950	850	852	354	850	850	855	855	850		
0260	865	865	860	860	855	850	850	850	845	345	850	850	850	855	860	858	852			
0261	15				860	860	865	865	860	860	350	845	850	850	850	855	855	860		
0262	855	860	860	855	850	850	350	855	850	850	850	855	850	850	848	845				
0263	16				855	860	860	860	860	850	840	845	850	850	850	855	855	860		
0264	860	860	855	855	850	850	850	850	850	855	860	864	860	855	855					
0265	17				855	855			860	850	842	840	840	845	850	855	855	860		
0266	860	855	855	850	850	850	855	860	855	355	850	850	848	850	855	860				
0267	18								860	860	855	855	850	848	850	855	860	860		
0268	860	850	855	850	950	855	865	855	850	850	855	850	850	860	870	867				
0269	19								860	950	860	856				860	860	860	860	865
0270	865	870	870	875	875	875			875	870	875	875	875	875						
0271	20																			
0272	0																			
0273		1000		0																
0274		1000		0																
0275		1		0																
0276		1		INF.P3L.173																
0277		.833		.833	6.433	.933	.533	0	9.533	2.967	0	0	0	2.967						
0278		0																		
0279		2		INF.P3L.166																
0280		.833		.833	3.567	0	0	0	11.067	2.967	0	0	0	3.667						
0281		0																		
0282		3		INF.P3L.208																
0283		1.167		1.157	2.567	5.433	0	0	9.700	4.800	0	.333	0	4.633						
0284		0																		
0285		4		BOMBEO																
0286		3		3	0	1	10	3	0	1	10	3	0	1						
0287		10																		
0288		1		E-3		1														
0289		1																		
0290		0																		
0291		0																		
0292		0																		
0293		2																		
0294		0																		
0295		0																		
0296		0																		
0297		3																		
0298		0																		
0299		0																		
0300		.49		2																

ANCHO DE COLUMNAS

ANCHO DE FILAS

ESPESOR DE CAPAS

TABLA INFILTR.GRUP01

.38 2

0

.80 1 .90 1

.40 2 .59 2 .46 2

0

0301	4					.30 1	1 1	1 1		
0302	1.25 1					.30 1	1 1	1 1		
0303		.90 2	.80 2					.65 2	.65 2	
0304	.45 2									
0305	5							1 1	.90 1	
0306		1.65 1	1 1	.95 1	1 1	1 1	1 1			
0307	.70 2		1 2				1 2	1 2	1 2	
0308	0								0	
0309	6					.65 1	1 1	1 1	1 1	
0310	0	.70 1	1 1			.95 1	1 1	.15 1		.75 2
0311	.85 2	1.02 2	1.20 2	1.20 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	
0312	.95 2		.55 2							
0313	7			.35 1	.90 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1
0314	.60 1		.97 1	1.02 1	.99 1			.05 1		.80 2
0315	1.20 2	1.20 2	1.20 2	1.20 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2
0316	1 2	.99 2	.85 2							
0317	8				1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1
0318	.80 1	.60 1		.70 1	1 1	1 1	.80 1	1 2	1 2	.95 2
0319	1 2	1.20 2	1.20 2	1.20 2	1.20 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2
0320	1.50 2	1 2	.75 2	.65 2						
0321	9				.80 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1
0322	.40 1	.80 1	.80 1				.12 1	.90 2	1 2	1 2
0323	1 2	1.20 2	1.20 2	1.20 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1.50 2
0324	1 2	1.50 2	1 2	.95 2		.75 2				
0325	10	.15 1	.75 1	.30 1	1 1	.90 1	.95 1	1 1	1 1	1 1
0326	.95 1	.60 1	.40 1	.10 1	.95 3	.75 3		.06 2	.42 2	1 2
0327	1 2	1.20 2	1.20 2	1.20 2	1.20 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1.50 2
0328	1.90 2	1.90 2	1 2	1 2	.90 2	1 2				
0329	11	.50 1	1 1	1 1	1 1		.90 1	.60 1	.45 1	.10 1
0330	1 3	1 3	1 3	1 3	1 3	1 3	.90 3			.47 2
0331	1 2	1.20 2	1.32 2	1.20 2	1.20 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2
0332	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	.80 2		
0333	12						1 3	1 3	1 3	1 3
0334	1 3	1 3	1 3	1 3	1 3	1 3	1 3	1 3		.85 3
0335	.24 2	.99 2	1.32 2	1.32 2	1.20 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2
0336	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	.90 2	1 2		
0337	13								.95 3	.80 3
0338		1 3	1 3	1 3	1 3	1 3	1 3	1 3	1 3	1 3
0339	1 3	.14 2	1.06 2	1.32 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2
0340	1 2	1 2	1 2	1 2	.95 2	.91 2	.70 2			
0341	14					.35 3	.48 3	.48 3		
0342	0				.85 3	1 3	1 3	.80 3	.80 3	.70 3
0343	.70 3	1 3	1 3	.47 2	.99 2	.99 2	1 2	1 2	1 2	1 2
0344	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	.85 2	.85 2			
0345	15					.35 3	.50 3	.50 3	.50 3	.50 3
0346	.79 3	.79 3	1.20 3	.79 3		.80 3	.90 3	1 3	.80 3	.80 3
0347	.80 3	1 3	1 3	.50 3	.12 2	.42 2	1 2	1 2	1 2	1 2
0348	1 2	1 2	1 2	1 2	.90 2					
0349	16						.37 3	.48 3	.48 3	.45 3
0350	.48 3	.49 3	.99 3	1.19 3	.99 3	.99 3	.99 3	.99 3	.99 3	.99 3
0351	1 3	1 3	1 3	1 3	.50 3	.07 2	.75 2	1 2	1 2	1 2
0352	1 2	1 2	1.20 2	1.15 2	1.00 2	.85 2				
0353	17						.10 3	.15 3		
0354	.80 3	1 3	1 3	1.20 3	1.15 3	1.20 3	1.20 3	1 3	1 3	1 3
0355	1 3	1 3	1 3	1 3	.70 3	.50 3	1 3	.30 2	1 2	1 2
0356	1 2	1.44 2		.94 2	.65 2	.75 2				
0357	18									
0358	1 3	1 3	1 3	1.32 3		1.25 3	1 3	1 3	1 3	.89 3
0359	1 3	1 3	1 3	1 3	.50 3	.50 3	1 3	1 3	.25 2	.86 2
0360	1 2	1 2	1 2	1 2	.90 2	.60 2				

3351	19									
3352		.79 3	.79 3	.40 3		.79 3	.95 3	1 3	1 3	
3353	.90 3		.60 3	.50 3	.32 3	.50 3			.07 2	
3354	.56 2	1 2	.80 2	.50 2	.80 2					
3355	20									
3356	0									
3357	0									
3368	0									
3369	1.E-3		1							
3370	1									
3371	0									
3372	0									
3373	0									
3374	2									
3375	0									
3376	0									
3377	0									
3378	3									
3379	0									
3380	0									
3381	0									
3382	4									
3383	0									
3384	0									
3385	0									
3386	5									
3387	0									
3388	0									
3389	0									
3390	6						.85 2			
3391	0									
3392	0									
3393	0									
3394	7						.90 2			
3395	0									
3396	0									
3397	0									
3398	8						.20 2			
3399	0									
3400	0									
3401	0									
3402	9						.10 2			
3403	0									
3404	0									
3405	0									
3406	10									
3407	.05 3	.40 3	.60 3	.90 3			.33 3	.07 3		
3408	0									
3409	0									
3410	11						.05 3	.40 3	.55 3	.90 3
3411	0									.38 3
3412	0									
3413	0									
3414	12									
3415	0									
3416	.56 3	.05 3								
3417	0									
3418	13									
3419	0									
3420	0	.80 3	.26 3							

TABLA INFILTR.GRUPO2

0421	0				
0422	14				
0423	0				
0424	0	.48 3			
0425	0				
0426	15				
0427	0				
0428	0	.38 3	.08 3		
0429	0				
0430	16				
0431	0				
0432	0	.43 3	.25 3		
0433	0				
0434	17				
0435	0				
0436	0	.50 3			
0437	0				
0438	18				
0439	0				
0440	0	.75 3	.15 3		
0441	0				
0442	19				
0443	0				
0444	0		.47 3		
0445	19 3				
0446	20				
0447	0				
0448	0				
0449	0				
0450	1.0E-3	1			
0451	1				
0452	0				
0453	0				
0454	0				
0455	2				
0456	0				
0457	0				
0458	0				
0459	3				
0460	0				
0461	0				
0462	0				
0463	4				
0464	0				
0465	0				
0466	0				
0467	5				
0468	0				
0469	0				
0470	0				
0471	6				
0472	0				
0473	0				
0474	0				
0475	7				
0476	0				
0477	0				
0478	0				
0479	8				
0480	0				

TABLA INFILTR.GRUPO3

0481	0		
0482	0		
0483	9		
0484	0	.18 3	
0485	0		
0486	0		
0487	10		
0488	0		
0489	0		
0490	0		
0491	11		
0492	0		
0493	0		
0494	0		
0495	12		
0496	0		
0497	0		
0498	0		
0499	13		
0500	0		
0501	0		
0502	0		
0503	14		
0504	0		
0505	0		
0506	0		
0507	15		
0508	0		
0509	0		
0510	0		
0511	16		
0512	0		
0513	0		
0514	0		
0515	17		
0516	0		
0517	0		
0518	0		
0519	18		
0520	0		
0521	0		
0522	0		
0523	19		
0524	0		
0525	0		
0526	0		
0527	20		
0528	0		
0529	0		
0530	0		
0531	-2.06E-4	1	TABLA BOMBEO5 GRUPO4
0532	1		
0533	0		
0534	0		
0535	0		0
0536	2		
0537	0		
0538	0		
0539	0		0
0540	3	.47 4	.47 4

1061	5	826.5	800.3	741.3	741.3	715.3	720.0	725.6	725.6	729.1
1062	729.1	750.6	750.6	764.1	754.1	700	700	0	0	
1063	7	0	847.4	769.8	769.8	743.5	743.0	742.0	742.0	745.3
1064	745.3	759.0	765.0	773.3	773.3	700	700	0	0	0
1065	8	0	847.4	769.8	769.8	743.5	743.0	742.0	742.0	745.3
1066	745.3	765.0	765.0	773.3	773.3	700	700	0	0	0
1067	9	0	700	789.7	789.7	755.4	757.0	759.7	759.7	765.3
1068	765.3	778.6	778.6	799.4	799.4	700.0	0	0	0	
1069	10	0	700	789.7	789.7	755.4	757.0	759.7	759.7	765.3
1070	765.3	778.6	778.6	799.4	799.4	700	0	0	0	
1071	11	700	700	833.2	833.2	799.1	795.0	790.3	790.3	792.6
1072	792.6	804.1	804.1	822.4	822.4	0	0	0	0	0
1073	12	700	700	833.2	833.2	799.1	795.0	790.3	790.3	792.6
1074	792.6	804.1	804.1	822.4	822.4	0	0	0	0	
1075	13	0	700	700	700	837.7	835.0	830.2	830.2	832.0
1076	832.0	836.3	836.3	845.3	845.3	0	0	0	0	
1077	14	0	0	700	700	837.7	835.0	830.2	830.2	832.0
1078	832.0	836.3	836.3	845.3	845.3	0	0	0	0	
1079	15	0	0	700	700	700	750.0	885.1	885.1	890.0
1080	890.0	870.9	870.9	881.7	881.7	0	0	0	0	0
1081	16	0	0	700	700	700	750.0	885.1	885.1	890.0
1082	890.0	870.9	870.9	881.7	881.7	0	0	0	0	0
1083	17	0	0	700	700	700	750.0	971.2	971.2	967.5
1084	967.5	912.8	940.0	0	0	0	0	0	0	
1085	18	0	0	700	700	700	750.0	971.2	971.2	967.5
1086	967.5	912.8	940.0	0	0	0	0	0	0	0
1087	19	0	700	700	700	0	0	0	0	0
1088	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1089	20									
1090	0	0	0	0						
1091	1		1				NIV. IN. CAPAS			
1092	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1093	0	0	0	0	0					
1094	2	820.0	827.0	0	0	0	0	0	0	0
1095	675.0	677.0	685.0							
1096	3	670.0	663.3	638.0	638.0	0	0	0.0	665.0	670.0
1097	668.0	706.4	706.4	0	0					
1098	4	710.1	702.9	674.8	674.8	649.0	655.0	660.0	687.1	695.4
1099	695.4	718.1	718.1	0	0					
1100	3	734.5	743.7	706.7	706.7	699.4	700.0	705.2	705.2	713.7
1101	713.7	732.7	732.7	750.5	750.5	700	700	700	0	
1102	6	826.9	801.6	744.1	744.1	719.7	725.0	738.2	738.2	729.1
1103	729.1	752.4	752.4	765.3	755.5	700	700	0	0	
1104	7	700	847.5	775.2	775.2	762.2	755.0	753.7	753.7	745.7
1105	745.7	767.2	767.2	773.9	773.9	700	700	0	0	
1106	8	700	847.5	775.2	775.2	762.2	755.0	753.7	753.7	745.7
1107	745.7	767.2	767.2	773.9	773.9	700	700	0	0	
1108	9	700	700	834.3	834.3	776.1	775.0	771.9	771.9	771.1
1109	771.1	781.8	781.8	815.7	815.7	700	0	0	0	
1110	10	700	700	834.3	834.3	776.1	775.0	771.9	771.9	771.1
1111	771.1	781.8	781.8	815.7	815.7	700	0	0	0	
1112	11	750	700	839.5	839.5	812.3	810.0	808.3	808.3	807.5
1113	807.5	819.4	819.4	852.6	852.6	0	0	0	0	
1114	12	760	700	839.5	839.5	812.3	810.0	808.3	808.3	807.5
1115	807.5	819.4	819.4	852.6	852.6	0	0	0	0	
1116	13	0	780	790	824.0	851.2	851.0	850.9	850.9	857.9
1117	857.9	864.0	864.0	885.3	885.3	0	0	0	0	
1118	14	0	0	795	824	851	851.0	851	851	858
1119	858.0	864.0	864.0	885.0	885.0	0	0	0	0	
1120	15	0	0	798	800	700	800.0	900.0	900.0	925.1

0361	19								
0362	0								
0363	20								
0364	0								
0365	1000	1							
0366	14	14	14	7	7	7	7	7	7
0367	7	7	7	7	7	7	7	7	14
0368	14	14	14						
0369	1000	1							
0370	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	9.50	9.50	4.75	4.75
0371	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75
0372	4.75	4.75	9.50	9.50					
0373	1	1							
0374	1000	50	140	10					
0375	1INFILTRACION								
0376	1	1							
0377	2DRENAJE								
0378	1	1							
0379	3BOMBEO								
0380	1	1							
0381	4ENTRADAS								
0382	1	1							
0383	0	0	0						
0384	0	0	0						
0385	.001	1							
0386	1								
0387	0								
0388	2								
0389	0								
0390	3 1	46 1	53 1						
0391	0	20 1	20 1						
0392	4 1	50 1	46 1	65 1	65 1		62 1	62 1	49 1
0393	49 1	20 1	20 1						
0394	5	115 1	209 1	132 1	132 1	103 1	102 1	91 1	91 1
0395	91 1	95 1	95 1	62.5 1	52.5 1	150 1	140 1	107 1	0
0396	6	145 1	193 1	140 1	140 1	82 1	82 1	110 1	110 1
0397	110 1	90 1	90 1	75 1	75 1	130 1	130 1	0	
0398	7	55 1	72 1	49 1	49 1	56 1	55 1	56 1	59 1
0399	59 1	55 1	55 1	32.5 1	32.5 1	75 1	70 1	0	
0400	8	55 1	72 1	49 1	49 1	55 1	56 1	56 1	59 1
0401	59 1	55 1	55 1	32.5 1	32.5 1	75 1	70 1	0	
0402	9	50 1	75 1	35 1	35 1	35 1	35 1	58 1	60 1
0403	60 1	52.5 1	52.5 1	40 1	40 1	75 1	0		
0404	10	50 1	75 1	35 1	35 1	35 1	35 1	58 1	58 1
0405	60 1	52.5 1	52.5 1	40 1	40 1	75 1	0		60 1
0406	11	0	64 1	35 1	35 1	35 1	35 1	60 1	60 1
0407	60 1	45.5 1	45.5 1	51 1	51 1				
0408	12	0	64 1	35 1	35 1	35 1	35 1	60 1	60 1
0409	60 1	45.5 1	45.5 1	51 1	51 1				
0410	13	0	0	48 1	48 1	29 1	29 1	55 1	55 1
0411	70 1	86.5 1	86.5 1	58 1	58 1				70 1
0412	14	0	0	0	48 1	29 1	29 1	55 1	55 1
0413	70 1	86.5 1	86.5 1	58 1	58 1				70 1
0414	15	0	0	0	37.5 1	50 1	50 1	54.5 1	54.5 1
0415	68 1	86.25 1	86.25 1	52.75 1	52.75 1				
0416	16	0	0	0	37.5 1	50 1	50 1	54.5 1	54.5 1
0417	68 1	86.25 1	86.25 1	52.75 1	52.75 1				
0418	17	0	0	45 1	45 1	42.5 1	42.5 1	54.5 1	54.5 1
0419	38.5 1	55.25 1	56.25 1	63.75 1	63.75 1				
0420	18	0	0	45 1	45 1	42.5 1	42.5 1	54.5 1	54.5 1

0421	38.5 1	56.23 1	56.23 1	53.73 1	63.73 1					
0422	19	0	0	90 1	90 1					
0423	0								0	
0424	20								0	
0425	0									
0426	0	0	0							INF. CAPA4
0427	0	0	0							DREN. CAPA1
0428	0	0	0							DREN. CAPA2
0429	-1	1	1							DREN. CAPA3
0430	1									
0431	0									
0432	2									
0433	0									
0434	3									
0435	0	.03 2	.07 2							
0436	4			.027 2	.027 2			.028 2	.032 2	.032 2
0437	0	0	.09 2							
0438	5			.099 2	.099 2			.058 2	0	.008 2
0439	0	.04 2	.1 2	.103 2	0 2			.100 2	-.050 2	
0440	6			.037 2	.037 2					
0441	0	0 2	.013 2	.05 2	.064 2					
0442	7							.003 2	.003 2	
0443	0	0 2	.046 2	0 2	.039 2			.035 2	.010 2	
0444	8							.003 2	.003 2	
0445	0	0 2	.048 2	0 2	.039 2			.033 2	.010 2	
0446	9									
0447	0	.016 2	0 2	.030 2	0					
0448	10									
0449	0	0 2	.016 2	0 2	0 2	.030 2	0			
0450	11									
0451	0									
0452	12									
0453	0									
0454	13									
0455	0									
0456	14									
0457	0									
0458	15									
0459	0									
0460	16									
0461	0									
0462	17									
0463	0									
0464	18									
0465	0									
0466	19									
0467	0									
0468	20									
0469	0									
0470	0	0	0							DREN. CAPA4
0471	0	0	0							BOMB. CAPA1
0472	0	0	0							BOMB. CAPA2
0473	-116-E-7	1	1							BOMB. CAPA3
0474	1									
0475	0									
0476	2									
0477	0									
0478	3	184 3	2877 3			986 3	986 3	637 3		
0479	637 3	296 3	296 3							
0480	4	690 3	3288 3	822 3	822 3	699 3	698 3	1274 3	1274 3	1233 3

1481	1233	3	1603	3	1602	3														
1482	5		2195	3	5967	3	966	3	966	3	678	3	678	3	1952	3	1952	3	5219	3
1483	5219	3	2524	3	2523	3	1213	3	1212	3	7085	3	6912	3	2160	3				
1484	6		189	3	2227	3	1480	3	1480	3	698	3	699	3	3573	3	3673	3	7972	3
1485	7972	3	1603	3	1502	3	1644	3	1644	3	5530	3	5875	3						
1486	7		389	3	477	3	216	3	216	3	1098	3	1097	3	4510	3	4510	3	4500	3
1487	4500	3	1151	3	1150	3	1089	3	1089	3	1080	3	1641	3						
1488	8		389	3	477	3	216	3	216	3	1098	3	1097	3	4510	3	4510	3	4500	3
1489	4500	3	1151	3	1150	3	1089	3	1089	3	1080	3	1641	3						
1490	9		1080	3	2592	3	537	3	537	3	1802	3	1802	3	3565	3	3565	3	5980	3
1491	5980	3	1788	3	1787	3	1726	3	1726	3	1425	3	0	3						
1492	10		1080	3	2592	3	537	3	537	3	1802	3	1802	3	3565	3	3565	3	5980	3
1493	5980	3	1788	3	1787	3	1726	3	1726	3	1425	3	0	3						
1494	11		1175	3	475	3	1245	3	1245	3	3144	3	3144	3	3925	3	3925	3	5178	3
1495	5178	3	2600	3	2599	3	1089	3	1089	3										
1496	12		1175	3	475	3	1245	3	1245	3	3144	3	3144	3	3925	3	3925	3	5178	3
1497	5178	3	2600	3	2599	3	1089	3	1089	3										
1498	13		0		87	3	735	3	735	3	1818	3	1819	3	3015	3	3015	3	4726	3
1499	4726	3	3545	3	3544	3	822	3	822	3										
1500	14		0		0		735	3	735	3	1819	3	1818	3	3015	3	3015	3	4726	3
1501	4726	3	3545	3	3544	3	822	3	822	3										
1502	15		0		0		499	3	499	3	2722	3	2722	3	66	3	66	3	719	3
1503	719	3	822	3	822	3	822	3	822	3										
1504	16		0		0		499	3	499	3	2722	3	2722	3	66	3	66	3	719	3
1505	719	3	822	3	822	3	822	3	822	3										
1506	17		0		0		1232	3	1232	3	821	3	821	3	83	3	83	3	83	3
1507	83	3	0		0		165	3	165	3										
1508	18		0		0		1232	3	1232	3	821	3	821	3	83	3	83	3	83	3
1509	83	3	0		0		165	3	165	3										
1510	19						303	3	303	3										
1511	0																			
1512	20																			
1513	0																			
1514			0		0															
1515			1		1															
1516	1																			
1517	0																			
1518	2																			
1519	0																			
1520	3																			
1521	0																			
1522	4																			
1523	0																			
1524	5																			
1525			0				-.05	4	-.05	4	-.04	4	-.02	4	-.01	4				
1526	6																			
1527	0																			
1528	7																			
1529	0		0										.01	4						
1530	8																			
1531	0		0											.01	4					
1532	9																			
1533	0																			
1534	10																			
1535	0																			
1536	11																			
1537	0																			
1538	12																			
1539	0																			
1540	13																			

BOMB-CAPAS
ENTR.L. CAPAL

3541	0			
3542	14			
3543	0			
3544	15			
3545	0			
3546	16			
3547	0			
3548	17			
3549	0			
3550	18			
3551	0			
3552	19			
3553	0			
3554	20			
3555	0			
3556	0	0	ENTR.L. CAPA2	
3557	0	0	ENTR.L. CAPA3	
3558	0	0	ENTR.L. CAPA4	

0061	111976806.68	41977807.43	71977799.95	101977806.41	111977805.53	21977806.73
0062	21978906.73	31978806.93	41978907.02	51978807.04	71978807.13	101978779.30
0063	10 10 3 15					
0064	111976780.63	41977772.57	61977755.11	71977765.79	81977761.20	101977738.73
0065	111977755.89	121977758.60	11978767.03	21978768.82	31978770.43	41978771.73
0066	51978771.53	71978766.18	101978737.41			
0067	10 14 3 37					
0068	031976805.00	111976799.93	41977801.05	111977795.89	21977795.93	21978796.26
0069	31978796.30	41978796.69	51978796.55	71978794.94	81978793.45	91978791.36
0070	101978791.27	111978793.17	11979794.47	31979795.21	41979795.61	51979795.95
0071	71979792.44	101979792.73	11980794.70	41980794.55	71980793.81	101980793.70
0072	21981792.58	51981792.92	71931778.43	101981789.62	31982789.43	11983779.51
0073	91984789.93	101984787.63	31985781.69	11985775.32	41985780.79	101985779.36
0074	41987779.53					
0075	11 9 3 15					
0076	111976797.90	41977792.24	51977792.12	61977791.48	71977791.35	81977789.78
0077	91977784.09	101977784.72	11977787.21	11978786.92	21978790.10	31978790.87
0078	41978791.45	61978789.96	9178779.43			
0079	12 12 3 39					
0080	31976827.00	111976825.25	41977926.12	71977825.50	101977821.65	111977825.15
0081	121977825.34	21978825.37	31978825.76	41978824.09	51978826.32	71978826.59
0082	61978819.59	71978819.34	101978822.18	111978824.39	11979825.10	31979825.63
0083	41979825.13	51979826.64	71979824.33	101979819.91	11980825.18	41980824.20
0084	71980824.35	101980816.09	21981919.39	51981822.20	101981821.26	41982822.16
0085	111982319.43	111983009.55	31984922.23	101984819.59	91985810.09	111985311.17
0086	41986317.31	101986314.39	41987315.54			
0087	12 13 3 40					
0088	31978825.00	111978823.60	41978823.47	71978822.83	101978019.40	111978022.24
0089	121977821.87	21978822.93	31978822.95	41978823.35	51978823.95	71978823.78
0090	81978819.04	91978817.85	101978813.40	111978820.57	11979821.56	31979822.14
0091	41978822.74	51979823.48	71979823.90	101979814.12	11980821.02	41980822.79
0092	71980821.67	101980820.59	21981421.53	51981822.12	71981816.63	101981818.87
0093	41982821.69	111982811.92	111983810.15	51984816.78	101984811.36	51985814.42
0094	111993810.39	41996816.34	101996311.08	41997819.59		
0095	13 7 3 16					
0096	111976830.04	41977829.73	61977829.42	71977829.13	81977828.08	91977827.54
0097	101977826.57	111977826.80	121977825.92	11978826.99	21978827.12	31978827.29
0098	41978827.32	51978827.45	71978825.94	101978824.39		
0099	13 11 3 14					
0100	111978829.50	41977830.44	51977829.92	71977829.95	81977817.04	91977816.69
0101	101977823.00	111977826.92	121977823.20	11978828.68	21978829.14	31978829.33
0102	41978829.50	51978828.62	71978826.69	101978821.93		
0103	13 13 3 22					
0104	31976856.00	111976864.87	41977865.71	111977863.84	41978865.43	101978854.75
0105	41978865.53	101979862.12	41980865.31	101980861.36	61981860.40	101981856.96
0106	31982859.70	101982836.42	11198397.18	31984857.40	111984856.45	31985856.12
0107	111985853.32	41986857.53	101986854.77	51987957.21		
0108	14 12 3 42					
0109	31976860.00	111976856.79	41977859.02	51977859.10	71977859.25	81977857.45
0110	91977856.60	101977856.30	111977857.14	121977857.53	11978857.78	21978858.00
0111	31978858.08	41978858.40	51978859.70	71978858.91	101978856.12	121978856.82
0112	11979857.08	21979857.32	31979857.48	41979857.56	71979857.78	101979855.31
0113	21980856.44	41980856.81	71980855.53	101980855.32	21981856.01	61981856.12
0114	81981855.01	101981853.13	41982855.16	111982852.93	111983852.85	51984855.38
0115	111994899.19	51985850.89	111985849.07	41986849.62	111986847.99	41987848.27
0116	1	1				
0117	1	0	0	0	0	0
0118	0	0	0	0	0	0
0119	2	0	660.0	0	0	0
0120	0	716.9	716.9	0	0	0

NIV.IN. CAPAL

0121	3	0	678.3	682.2	682.0	0	0	687.4	689.3	595.9
0122	704.2	717.3	717.3	0	0					
0123	4	0	694.4	689.1	687.2	688.4	689.6	690.8	693.2	700.0
0124	708.1	721.1	721.1	0	0					
0125	5	0	728.6	713.4	703.2	696.4	698.0	599.5	702.8	709.1
0126	717.9	731.7	731.7	752.5	752.5	765.0	778.8	800.5		
0127	6	0	770.9	746.1	727.8	709.4	710.8	712.2	715.5	722.6
0128	732.3	746.1	746.1	758.7	758.7	774.1	789.3			
0129	7	0	788.4	754.4	738.1	718.6	720.1	721.5	725.9	734.4
0130	744.4	757.4	757.4	767.1	767.1	783.2	797.0			
0131	8	0	799.9	756.2	744.2	723.3	726.7	730.1	735.3	743.5
0132	753.4	765.2	765.2	773.7	773.7	787.5	798.1			
0133	9	0	801.6	753.3	750.0	731.6	735.5	739.4	744.1	752.4
0134	762.2	773.9	773.9	780.7	780.7	792.3	0			
0135	10	0	801.9	753.8	751.1	739.5	743.5	747.4	752.0	761.4
0136	771.2	783.3	783.3	788.3	788.3	797.4				
0137	11	0	803.8	774.9	769.7	756.8	757.1	757.3	761.8	772.3
0138	781.3	791.5	791.5	795.2	795.2	0	0			
0139	12	0	803.5	798.4	798.8	784.1	779.7	775.2	778.0	784.6
0140	791.1	798.6	798.6	801.3	801.3	0	0			
0141	13	0	803.1	808.4	815.9	809.7	803.1	796.4	796.2	795.4
0142	799.7	806.6	806.6	807.0	807.0	0	0			
0143	14	0	0	813.1	820.8	829.4	820.9	812.4	810.9	807.2
0144	809.5	815.4	815.4	812.3	812.3	0	0			
0145	15	0	0	821.1	830.0	844.4	844.6	844.8	844.6	838.9
0146	834.5	830.5	830.5	830.7	830.7	0	0			
0147	16	0	0	821.1	830.0	844.4	844.6	844.8	844.6	838.9
0148	834.5	830.5	830.5	830.7	830.7	0	0			
0149	17	0	0	838.2	842.1	0	0	0	0	0
0150	0	861.3	861.3	0	0	0	0	0	0	0
0151	18	0	0	838.2	842.1	0	0	0	0	0
0152	0	861.3	861.3	0	0	0	0	0	0	0
0153	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0154	0	0	0	0	0					
0155	20									
0156	0	0	0	0						
0157	1	1			0	NIV-IN. CAPAZ				
0158	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0159	0	0	0	0	0	0	0			
0160	2	821.8	834.3	0	0	0	0	0	0	0
0161	0	896.8	986.8	0	0					
0162	3	673.6	668.0	654.7	654.6	0	0	673.6	674.5	679.9
0163	883.3	702.8	702.8	0	0					
0164	4	719.0	706.5	682.3	677.4	672.5	679.9	687.2	690.3	695.3
0165	701.8	711.1	711.1	0	0					
0166	5	777.5	751.8	722.4	709.1	696.6	698.6	700.3	704.0	710.1
0167	718.0	730.2	730.2	752.6	752.6	765.9	783.0	814.2		
0168	6	833.6	811.5	771.5	750.7	713.4	718.3	723.2	725.8	726.4
0169	734.2	748.0	748.0	759.3	759.3	781.5	796.3			
0170	7	0	835.5	782.7	756.1	734.1	734.2	734.3	735.6	737.7
0171	746.0	758.8	758.8	767.5	767.5	790.7	801.7			
0172	8	0	840.4	790.1	769.2	742.9	742.9	742.8	744.1	746.1
0173	754.4	766.7	766.7	774.2	774.2	796.6	803.1			
0174	9	0	829.4	785.1	775.4	753.4	753.1	752.7	754.1	753.5
0175	781.8	778.0	778.0	784.0	784.0	803.4	0			
0176	10	0	824.0	790.0	784.4	761.9	762.1	762.2	763.7	762.5
0177	770.6	786.4	786.4	796.6	796.6	818.6				
0178	11	750.3	817.2	809.2	807.2	772.7	772.7	774.8	775.9	
0179	783.7	799.4	799.4	816.0	816.0	0				
0180	12	759.8	805.7	811.6	820.3	795.6	793.3	791.0	792.4	792.3

0351	0																			
0352	19																			
0353	0																			
0354	20																			
0355	0																			
0356	23.E-08	1																		
0357	3	1	1	1	.1	1	1	1	.01	1	1	1	.001							
0368	1																			
0369	0																			
0370	2	502	62							53	53	53								
0371	0																			
0372	3	602	62	12	12					602	62	62	12	12						
0373	0																			
0374	4	602	602	12	12	1002	1002	62	62	62	62	12	12							
0375	0																			
0376	5	602	1202	602	602	802	802	82	82	82	82	62	62	72	72	72				
0377	152	152																		
0378	6	602	602	202	202	62	62	63	63	22	22	152	152	152	152	152				
0379	152																			
0380	7	302	62	62	63	63	13	13	22	22	72	72	152	152	152					
0381	152																			
0382	8	302	62	62	63	63	13	13	22	22	72	72	152	152	152					
0383	152																			
0384	9	22	23	23	23	23	43	43	63	63	62	62	63	63	43					
0385	0																			
0386	10	22	23	23	23	23	43	43	63	63	62	62	63	63	43					
0387	0																			
0388	11	602	62	33	33	13	13	63	63	43	43	43	43	43	43					
0389	0																			
0390	12	602	62	33	13	13	13	63	63	43	43	43	43	43	43					
0391	0																			
0392	13	63	102	302	33	33	63	63	43	43	63	63	63	63	63					
0393	0																			
0394	14	102	302	33	33	63	63	43	43	63	63	63	63	63	63					
0395	0																			
0396	15	202	202	102	102	203	203	63	63	203	203	123	123							
0397	0																			
0398	16	202	202	102	102	203	203	63	63	203	203	123	123							
0399	0																			
0400	17	202	202	202	202	202	202	122	122	1202	1202	122	122							
0401	0																			
0402	18	202	202	202	202	202	202	122	122	1202	1202	122	122							
0403	0																			
0404	19	202	302	302																
0405	0																			
0406	20																			
0407	0																			
0408	766.E-10	1																		
0409	3	1	1	.1	1	1	1	.01	1	1	1	.001								
0410	1																			
0411	0																			
0412	2	1002	1002							2402	2402	2402								
0413	0																			
0414	3	1002	1002	1502	1502					2402	2402	2402	2402	2402						
0415	0																			
0416	4	1002	602	1502	1502	1502	1502	2402	2402	2402	2402	2402	2402	2402						
0417	0																			
0418	5	1002	602	1002	1002	1502	1502	1602	1602	2402	2402	2402	2402	2402	2402	2402				
0419	1502	1502																		
0420	6	1002	602	802	802	802	802	602	602	2002	2002	2402	2402	2402	2402	2402				

7481	15		04	804	804	804	804	804	804	804	704	704	204	204
7482	0													
7483	16		04	804	804	804	804	804	804	804	704	704	204	204
7484	0													
7485	17		604	904	1204	1204	604	604	604	604	604	604	1204	1204
7486	0													
7487	18		604	804	1204	1204	604	504	604	604	604	604	1204	1204
7488	0													
7489	19		04	804	804									
7490	0													
7491	20													
7492	0													
7493	1000		1											
7494	14		14		14		7		7		7		7	
7495	7		7		7		7		7		7		7	14
7496	14		14		14									
7477	1000		1											
7498	4.75		4.75		4.75		4.75		9.50		9.50		4.75	4.75
7499	4.75		4.75		4.75		4.75		4.75		4.75		4.75	4.75
7500	4.75		4.75		9.50		9.50							
7501	1		1											
7502	1000		50		160		10							
7503	1 INF.P.615													
7504	.040	.040	.066	.050	.030	.026	.000	.080	.105	.050	.030	.050		
7505	.100													
7506	2 INF.P.530													
7507	.190	.190	.160	.140	.200	.050	.232	.252	.220	.150	.080	.110		
7508	.150													
7509	3 INF.P.882													
7510	.190	.190	.100	.400	.050	.180	.050	.050	.260	.350	.160	.050		
7511	.000													
7512	4 INF.P.867													
7513	.080	.080	.061	.036	.000	.091	.060	.100	.076	.080	.076	.061		
7514	.000													
7515	5 INF.P.849													
7516	.112	.112	.273	.000	.000	.177	.000	.257	.112	.241	.336	.016		
7517	.000													
7518	6 INF.P.446													
7519	.450	.450	.335	.040	.000	.296	.000	.237	.000	.335	.277	.350		
7520	.000													
7521	7 INF.P.461													
7522	.120	.120	.198	.190	.000	.059	.000	.275	.140	.270	.050	.100		
7523	.000													
7524	8 INF.P.593													
7525	.164	.164	.180	.161	.040	.217	.000	.256	.062	.125	.115	.067		
7526	.000													
7527	9 INF.P.497													
7528	.040	.040	.050	.025	.000	.073	.046	.130	.160	.150	.100	.120		
7529	.090													
7530	10 INF.P.298													
7531	.270	.270	.173	.280	.050	.203	.050	.200	.100	.220	.080	.080		
7532	.080													
7533	11 INF.P.432													
7534	.102	.102	.150	.040	.240	.160	.100	.100	.218	.100	.050	.100		
7535	.250													
7536	12 INF.P.162													
7537	.000	.000	.000	.550	.000	.100	.000	.216	.000	.304	.000	.000		
7538	.000													
7539	13 INF.P.534													
7540	.000	.000	.000	.182	.000	.046	.000	.023	.106	.167	.000	.137		

7651	41.7514	20.7914	20.7914	30.0514	30.0514	13.0514				
7662	11		5.514	14.414	14.414	36.4514	36.4514	25.514	25.514	60.014
7653	50.014	30.1514	30.1514	12.6514	12.6514					
7654	12		3.314	14.414	14.414	38.4914	38.4914	45.514	45.514	80.014
7665	60.014	30.1514	30.0514	12.6514	12.6514					
7655	13			18.514	18.514	57.6514	57.6514	39.9514	39.9514	36.014
7657	38.014	41.1114	41.1114	9.5514	9.5514					
7668	14			8.514	8.514	21.114	21.114	34.9514	34.9514	55.014
7669	55.014	41.1114	41.1114	9.5514	9.5514					
7670	15			3.314	3.314	31.514	31.514	.7514	.7514	8.3514
7671	9.3514	9.52514	9.52514	9.52514	9.52514					
7672	16			5.814	5.814	31.514	31.514	.7514	.7514	8.3514
7673	8.3514	9.52514	9.52514	9.52514	9.52514					
7674	17			14.314	14.314	9.52514	9.52514	.9514	.9514	.9514
7675	.9514	.9514	.9514	.9514	.9514					
7676	18			14.314	14.314	9.52514	9.52514	.9514	.9514	.9514
7677	.9514	.9514	.9514	.9514	.9514					
7679	19			3.514	3.514					
7679	0									
7680	20									
7681	0	0	0							
7682	0	0	0							
7683	0	0	0							
7684	0	0	0							
7685	0	0	0							
7686	1	1	1							
7687	1									
7688	0	0								
7689	2									
7690	0	0								
7691	3									
7692	0	.0315	.0715							
7693	4				.05415			.02815	.03215	.03215
7694	0	0	.0915							
7695	5			0	.19815			.05815	0	.00715
7696	0	.0415	.115	.10515	0	.115	-.0515			
7697	6				.07415					
7698	0	0	.01315	.0515	.05415					
7699	7					0	.00615			
7700	0	0	.04615	0	.05915	.03515				
7701	8					0	.00615			
7702	0	0	.04615	0	.03915	.03515				
7703	9									
7704	0	0	.01615	0	.0315	.0215				
7705	10									
7706	0	0	.01815	0	0	.0315				
7707	11									
7708	0	0								
7709	12									
7710	0	0								
7711	13									
7712	0	0								
7713	14									
7714	0	0								
7715	15									
7716	0	0								
7717	16									
7718	0	0								
7719	17									
7720	0	0								

8085. CAPA4
 DREN. CAPA1
 DREN. CAPA2
 DREN. CAPA3
 DREN. CAPA4

0721	18								
0722	0	0	0						
0723	19								
0724	0	0	0						
0725	20								
0726	0	0	0						
0727	-1	1							ENTR.L. CAPA1
0728	1								
0729	0	0							
0730	2								
0731	0	0							
0732	3								
0733	0	0							
0734	4								
0735	0	0							
0736	5								
0737	0	0	0	-.05016	-.0516	-.0416	-.0216	-.0116	
0738	6								
0739	0	0							
0740	7								
0741	0	0	0	0	0	0	.0116		
0742	8								
0743	0	0	0	0	0	0	.0116		
0744	9								
0745	0	0							
0746	10								
0747	0	0							
0748	11								
0749	0	0							
0750	12								
0751	0	0							
0752	13								
0753	0	0							
0754	14								
0755	0	0							
0756	15								
0757	0	0							
0758	16								
0759	0	0							
0760	17								
0761	0	0							
0762	18								
0763	0	0	0						
0764	19								
0765	0	0	0						
0766	20								
0767	0	0	0						
0768	0	0	0						ENTR.L. CAPA2
0769	0	0	0						ENTR.L. CAPA3
0770	0	0	0						ENTR.L. CAPA4

0001	MODELO DE FLUJO HORIZONTAL EN EL ESGUEVA 1983-84. APLICACION A LA RECARGA										
0002	REGIMEN TRANSITORIO										
0003	12	13	1	24	1	2	2	13	180	25	
0004	EQUV		OTAS			MANSIZ					
0005	HEAD12										
0006	.1	2160	12	1	190	0	11	1971			
0007	5	1	1								
0008	3	1	30	3	21	0	0				
0009	9	8	1	5	7	1	10	5	1		
0010	5	8	1	13							
0011	061972733.38091972733.12101972733.09021973733.40061973732.78101973730.20										
0012	061974731.19111974729.64041975731.31111975727.90031976729.93111976725.54										
0013	041977727.75081977725.55101977719.80										
0014	6	7	1	21							
0015	061972736.52101972736.16111972735.85121972736.50011973736.54021973736.49										
0016	041973738.23081973735.15011973735.99091773739.18111973734.88081974738.11										
0017	111974733.80041975734.55111975734.40031976732.30111976728.08041977730.21										
0018	061977730.32101977725.52111977725.68										
0019	13	8	1	19							
0020	041972718.93101972716.56111972716.92121972717.32011973717.75021973717.74										
0021	041973716.09061973716.04071973711.52101973712.80061974711.09111974712.88										
0022	041973714.93111973719.10031978712.50111978710.30041977719.13081977712.59										
0023	101977707.20										
0024	1		1			0					
NIVELES INICIALES											
0025	1		0								
0026	0										
0027	2		0	775	770	765	770	775	787.5	800	900
0028	0										
0029	3	775	752.14	748.70	748.32	748.92	752.44	758.71	764.76	770.08	
0030	775	0									
0031	4	775	748.49	744.48	744.19	744.98	748.08	748.88	752.85	758.97	
0032	768.24	780	0								
0033	5	775	743.45	739.80	738.85	738.65	740.79	743.77	747.52	753.00	
0034	769.28	775	0								
0035	6	775	742.60	735.79	735.29	734.68	737.13	740.79	745.04	750.92	
0036	761.85	775	0								
0037	7	775	742.74	734.01	732.14	731.91	734.90	738.25	742.85	749.18	
0038	760.80	775	0								
0039	8	775	742.72	730.50	729.30	728.50	731.19	735.55	740.49	747.32	
0040	759.80	775	0								
0041	9	775	742.05	724.62	722.14	723.49	727.02	732.32	737.64	744.94	
0042	758.51	775	0								
0043	10	0	0	713.07	712.12	718.48	721.81	728.98	739.07	742.75	
0044	757.41	775	0								
0045	11	0	0	705.23	700	710.19	717.37	725.93	733.31	741.55	
0046	755.79	775	0								
0047	12	0									
0048	0										
COEF. ALMACENAMIENTO											
0049	1	0		1		0					
0050	1	0									
0051	2	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
0052	3	-1	1	1	1	1	1	1	1	-1	
0053	4	-1	1	1	1	1	1	1	1	-1	
0054	5	-1	1	1	1	1	1	1	1	-1	
0055	6	-1	1	1	1	1	1	1	1	-1	
0056	7	-1	1	1	1	1	1	1	1	-1	
0057	8	-1	1	1	1	1	1	1	1	-1	
0058	9	-1	1	1	1	1	1	1	1	-1	
0059	10	0	0	1	1	1	1	1	1	-1	
0060	11	0	0	1	1	1	1	1	1	-1	

1121	0 2			
1122	4	0 2		
1123	0 2			
1124	5	0 2		
1125	0 2			
1126	6	0 2		
1127	0 2			
1128	7	0 2		
1129	0 2			
1130	8	0 2		
1131	0 2			
1132	9	0 2		
1133	0 2			
1134	10	0 2		
1135	0 2			
1136	11	0 2	0 2	0 219.392 2
1137	0 2			
1138	12	0 2		
1139	0 2			