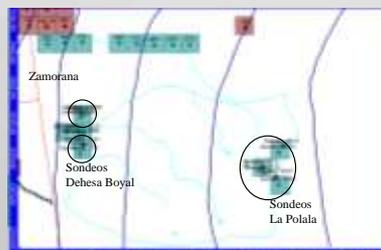


2- PRINCIPALES ESTUDIOS SOBRE FUNCIONAMIENTO DEL ACUÍFERO (B)

Asistencia Técnica para la gestión de los recursos hídricos en el acuífero de “El Carracillo” (Segovia) 2005

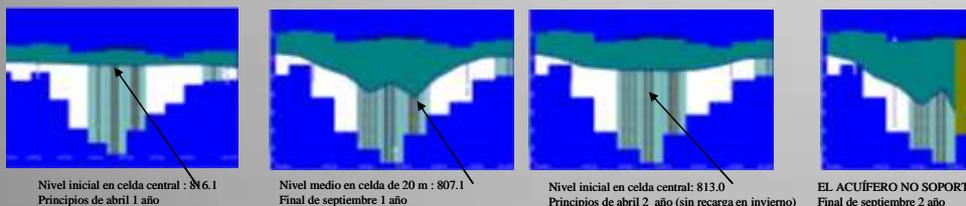
Estudio detallado de las capacidades de regulación (recarga/bombeo) de la “zona almacén”

5 sondeos: 2 sondeos en Dehesa Boyal separados 500 m
 Espesores de arena: 20 y 24 m
 3 sondeos en Finca La Polala: 2 en línea separados 500 m
 y 1 en medio de los otros dos pero a 250 m al este
 Espesores de arena: 31, 34 y 38 m
 Q= 100 l/s durante 12 h/día
 (Q total: 500 l/s durante 12 h/día)

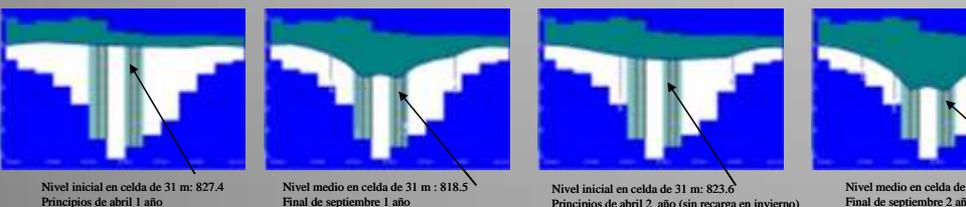


Simulación de diferentes escenarios en el modelo matemático (documentadas en la memoria del proyecto 18)

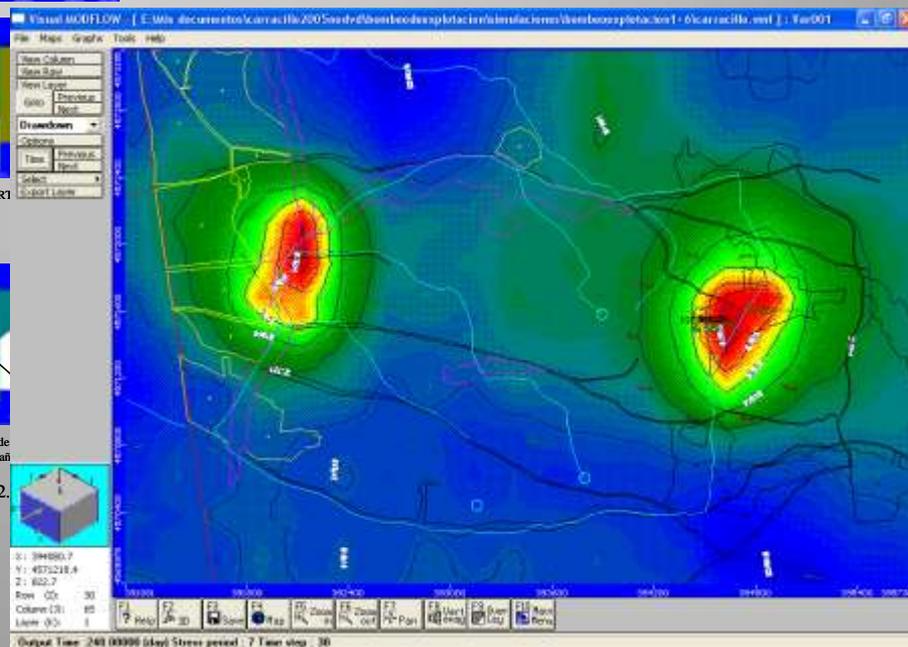
EVOLUCIÓN EN DEHESA BOYAL:

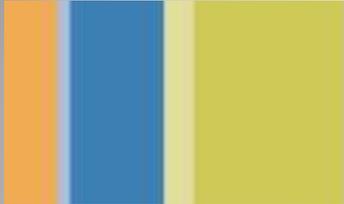


EVOLUCIÓN EN POLALA:



El nivel piezométrico en dos años de explotación ha bajado en este paraje 12.





2- PRINCIPALES ESTUDIOS SOBRE FUNCIONAMIENTO DEL ACUÍFERO (C)

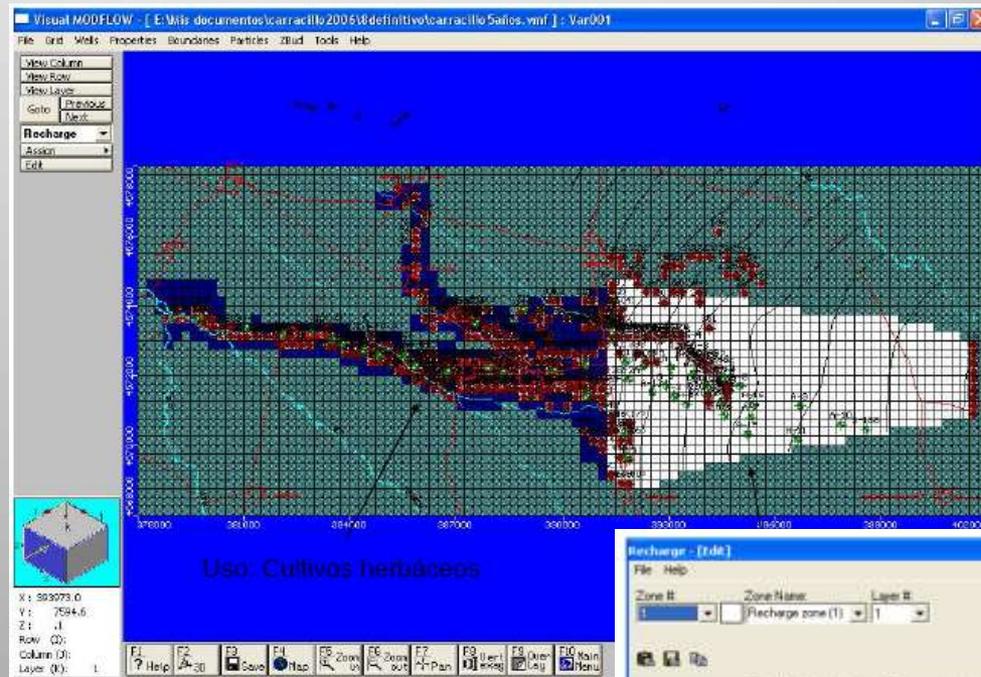
Actualización del modelo matemático de flujo subterráneo hasta octubre de 2005
(periodo de simulación de octubre de 2000 a octubre de 2005) 2006

1.- JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS DE LA ACTUALIZACIÓN.....	2
2.-TIEMPO DE SIMULACIÓN.....	3
3.- ACCIONES SIMULADAS CORRESPONDIENTES AL PERIODO OCTUBRE 2000- OCTUBRE 2005	5
3.1.- RECARGA POR LLUVIA	5
3.2.- SIMULACIÓN DE LOS RÍOS PIRÓN Y MALUCAS Y DEL ARROYO MARIELES	8
3.3.- BOMBEOS.....	13
3.4.- RECARGA ARTIFICIAL 2003.....	17
3.5.- RECARGA ARTIFICIAL 2004.....	19
3.6.- ENSAYO DE BOMBEO CONJUNTO 2005	27
4.-CALIBRACIÓN: CAMBIOS REALIZADOS EN LAS CONDICIONES DE CONTORNO Y EN LOS PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS RESPECTO AL MODELO 2001	31
4.1.-VALORES INICIALES DE POTENCIAL HIDRÁULICO.....	31
4.2.-POZOS DE OBSERVACIÓN.....	32
4.3.-CAMBIOS EN LAS CONDICIONES DE CONTORNO	35
4.4.-CAMBIOS EN LA GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO.....	39
4.5.-CAMBIOS EN LA POROSIDAD EFICAZ	41
4.6.-CAMBIOS EN LA CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA.....	42
5.- RESULTADOS OBTENIDOS: NIVELES SIMULADOS/ NIVELES OBSERVADOS	43

2- PRINCIPALES ESTUDIOS SOBRE FUNCIONAMIENTO DEL ACUÍFERO (C)

Actualización del modelo matemático de flujo subterráneo hasta octubre de 2005 (periodo de simulación de octubre de 2000 a octubre de 2005) 2006

n° Periodo	Fecha Inicio	Día Inicial	Día Final	Duración periodo
1	oct-00	1	31	31
2	nov-00	1	30	30
3	dic-00	1	31	31
4	ene-01	30	31	2
5	feb-01	1	29	29
6	mar-01	1	31	31
7	abr-01	1	30	30
8	may-01	1	31	31
9	jun-01	1	30	30
10	jul-01	1	31	31
11	ago-01	1	31	31
12	sep-01	1	30	30
13	oct-01	1	31	31
14	nov-01	1	30	30
15	dic-01	1	31	31
16	ene-02	1	30	30
17	feb-02	1	29	29
18	mar-02	1	31	31
19	abr-02	1	30	30
20	may-02	1	31	31
21	jun-02	1	30	30
22	jul-02	1	31	31
23	ago-02	1	31	31
24	sep-02	1	30	30
25	oct-02	1	31	31
26	nov-02	1	30	30
27	dic-02	1	31	31
28	ene-03	1	30	30
29	feb-03	1	29	29
30	mar-03	1	31	31
31	abr-03	1	30	30
32	may-03	1	31	31
33	jun-03	1	30	30
34	jul-03	1	31	31
35	ago-03	1	31	31
36	sep-03	1	30	30
37	oct-03	1	31	31
38	nov-03	1	30	30
39	dic-03	1	31	31
40	ene-04	1	30	30
41	feb-04	1	29	29
42	mar-04	1	31	31
43	abr-04	1	30	30
44	may-04	1	31	31
45	jun-04	1	30	30
46	jul-04	1	31	31
47	ago-04	1	31	31
48	sep-04	1	30	30
49	oct-04	1	31	31
50	nov-04	1	30	30
51	dic-04	1	31	31
52	ene-05	1	30	30
53	feb-05	1	29	29
54	mar-05	1	31	31
55	abr-05	1	30	30
56	may-05	1	31	31
57	jun-05	1	30	30
58	jul-05	1	31	31
59	ago-05	1	31	31
60	sep-05	1	30	30
61	oct-05	1	31	31



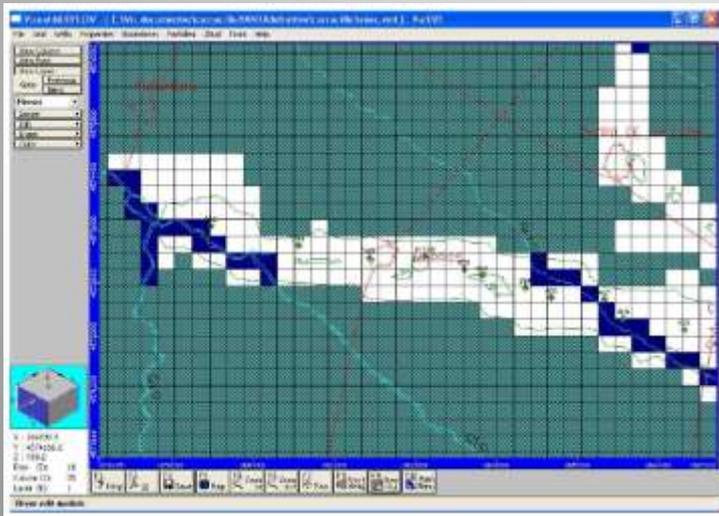
Valores de Lluvia útil

Start Time [day]	Stop Time [day]	Recharge [m/d]	Active
0	0	0	
31	51	0.0005	
61	92	0.0016	
92	123	0.0002	
123	151	0.0002	
151	182	0.0015	
182	457	0	
457	488	0.0005	
488	516	0.0001	
516	547	0.0002	

Periodo de Tiempo Simulado

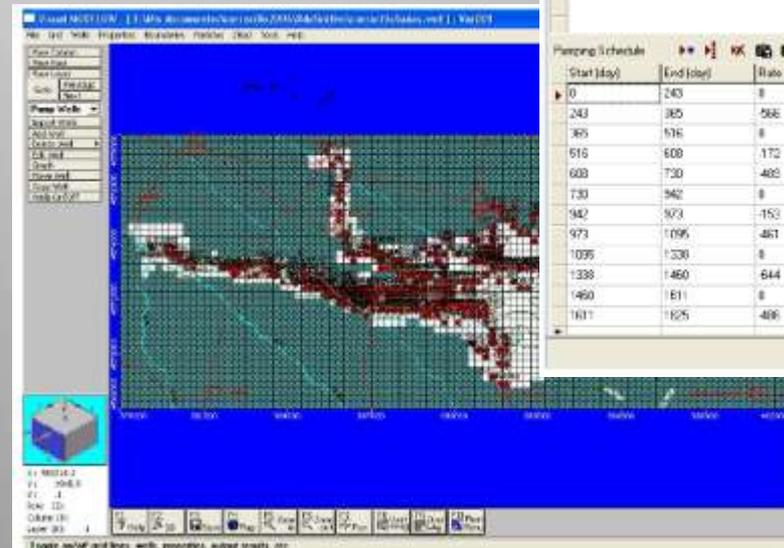
2- PRINCIPALES ESTUDIOS SOBRE FUNCIONAMIENTO DEL ACUÍFERO (C)

Actualización del modelo matemático de flujo subterráneo hasta octubre de 2005 (periodo de simulación de octubre de 2000 a octubre de 2005) 2006



Simulación río Pirón, Malucas y Arroyo Marieles

Extracciones

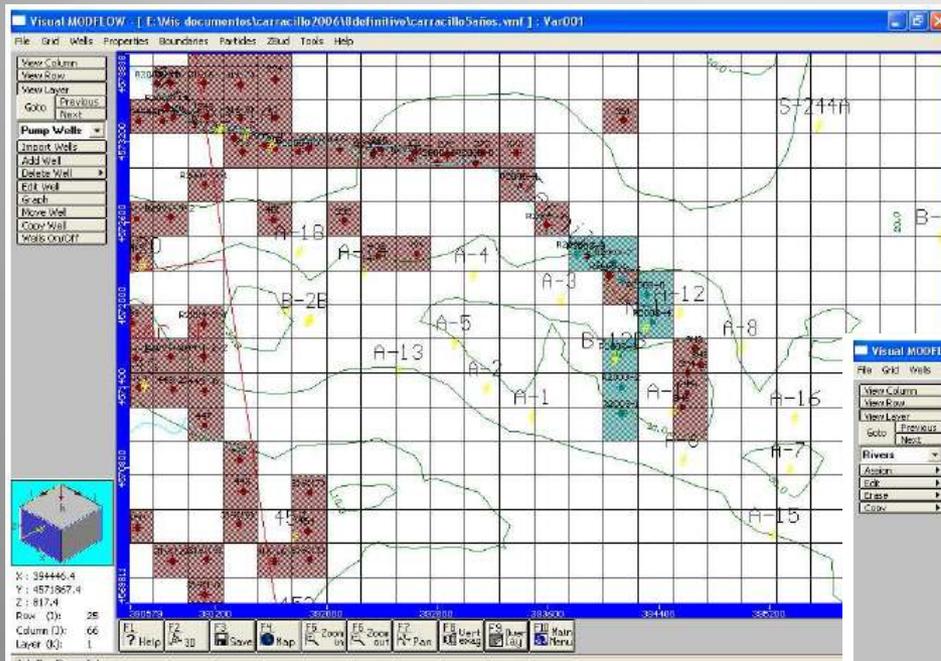


Screened Interval	Screen Bottom (m)	Screen Top (m)
100	788	787.3

Pumping Schedule	Start (day)	End (day)	Rate (m ³ /d)
0	243	0	
243	365	566	
365	576	0	
576	608	172	
608	730	408	
730	942	0	
942	973	-153	
973	1095	-461	
1095	1338	0	
1338	1460	644	
1460	1611	0	
1611	1625	-406	

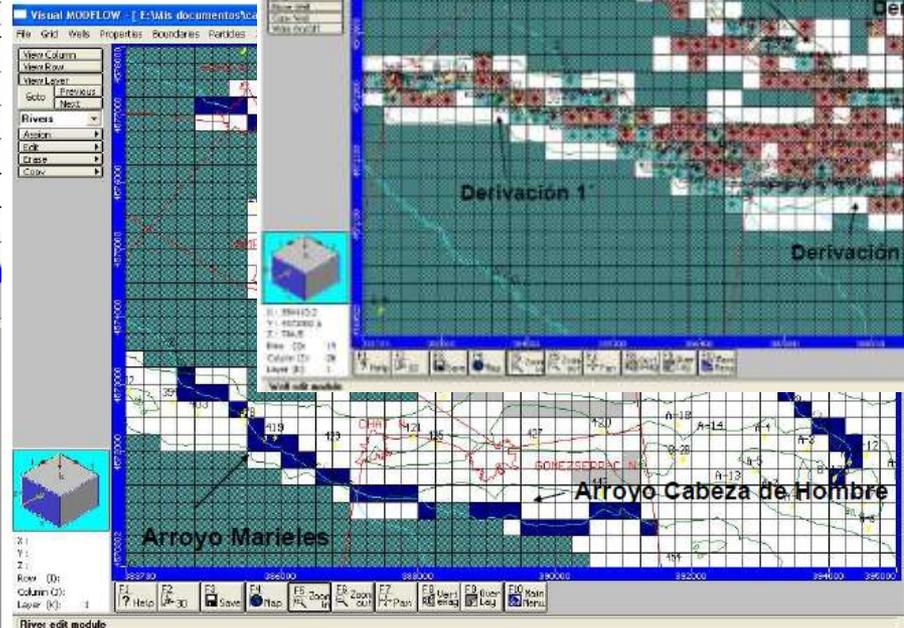
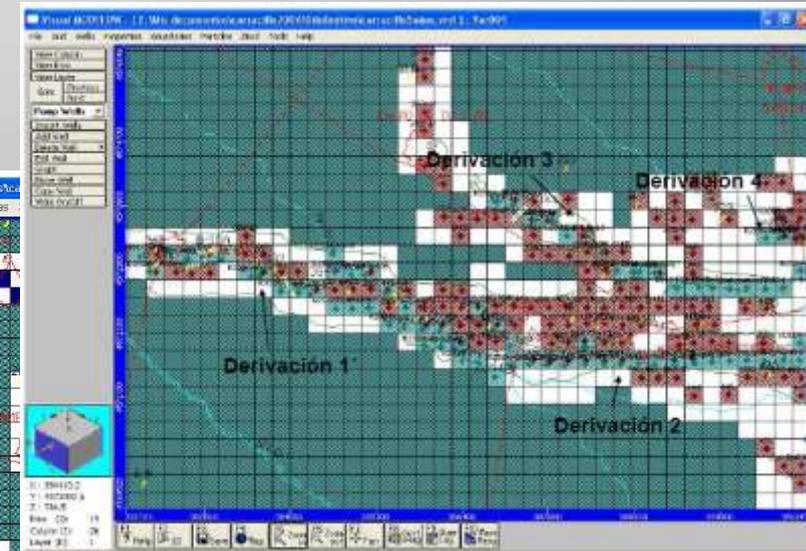
2- PRINCIPALES ESTUDIOS SOBRE FUNCIONAMIENTO DEL ACUÍFERO (C)

Actualización del modelo matemático de flujo subterráneo hasta octubre de 2005 (periodo de simulación de octubre de 2000 a octubre de 2005) 2006



Simulación Recarga 2003

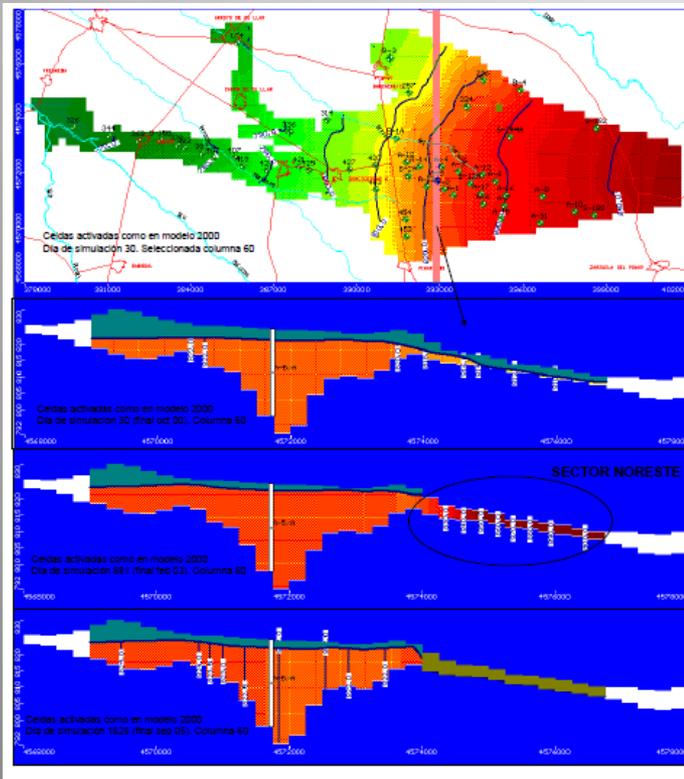
Simulación Recarga 2004



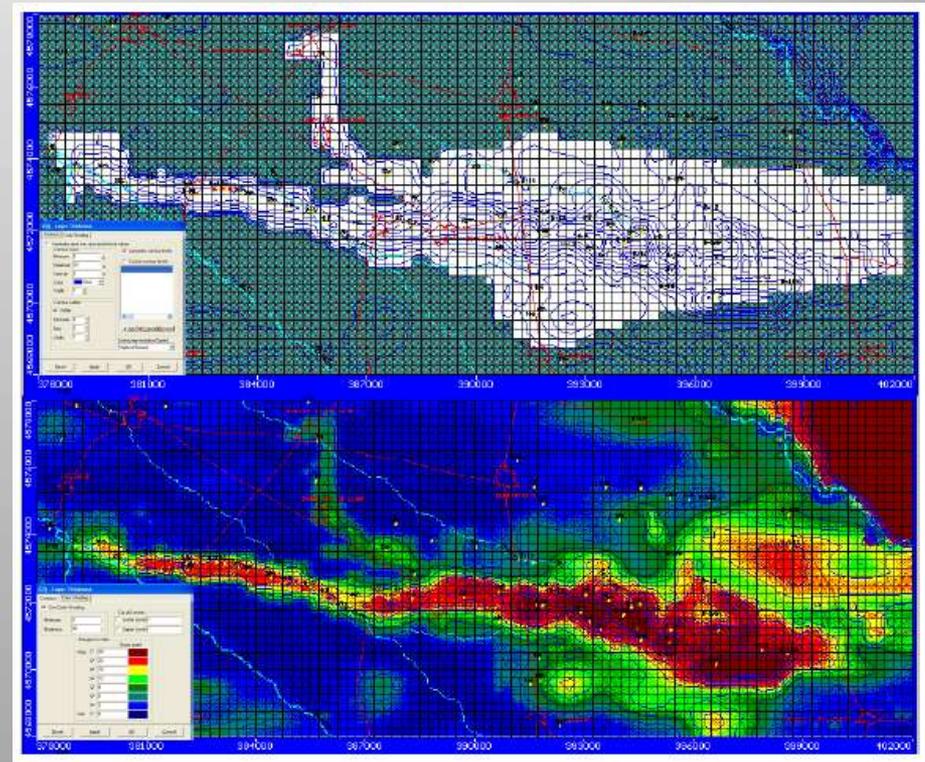
2- PRINCIPALES ESTUDIOS SOBRE FUNCIONAMIENTO DEL ACUÍFERO (C)

Actualización del modelo matemático de flujo subterráneo hasta octubre de 2005 (periodo de simulación de octubre de 2000 a octubre de 2005) 2006

Calibración



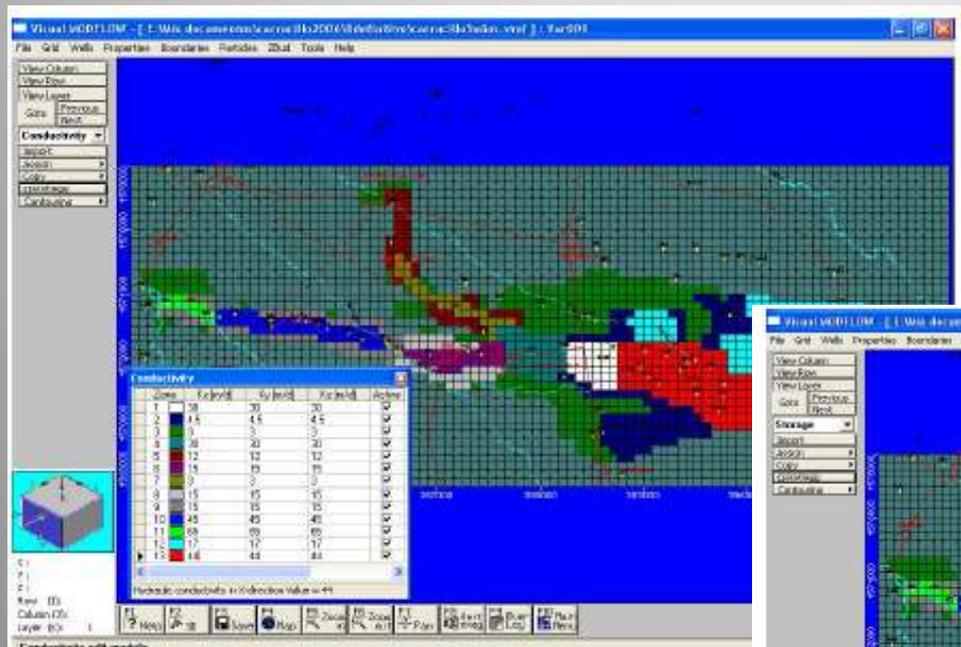
Cambios en las condiciones de contorno



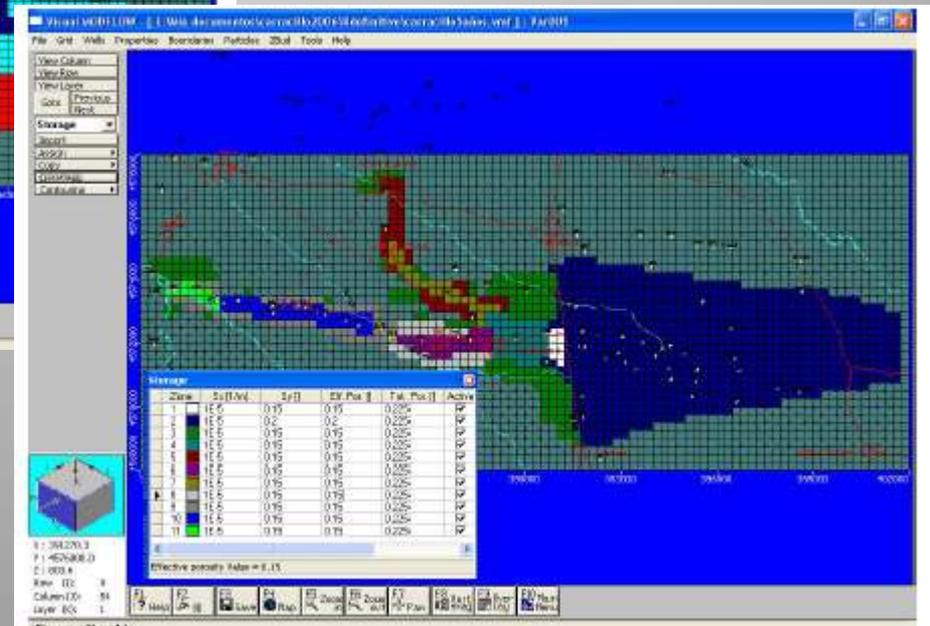
Cambios en la geometría

2- PRINCIPALES ESTUDIOS SOBRE FUNCIONAMIENTO DEL ACUÍFERO (C)

Actualización del modelo matemático de flujo subterráneo hasta octubre de 2005 (periodo de simulación de octubre de 2000 a octubre de 2005) 2006



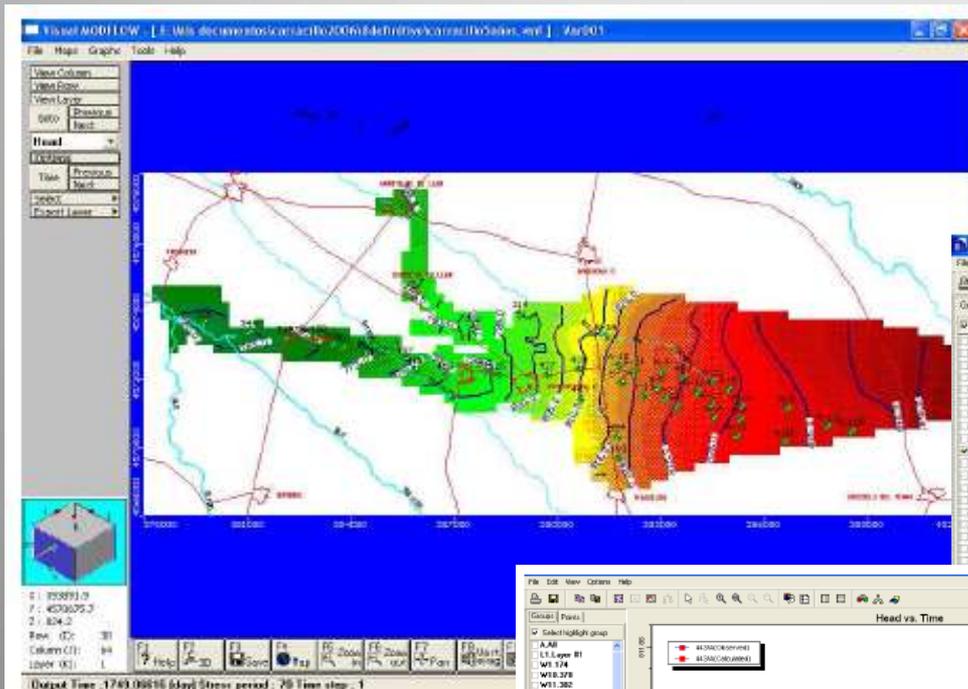
Calibración



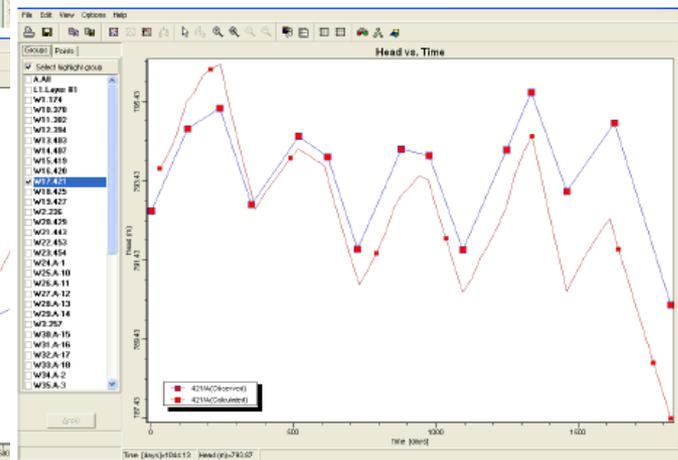
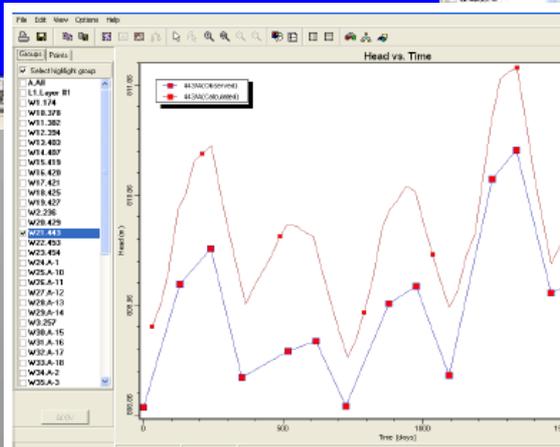
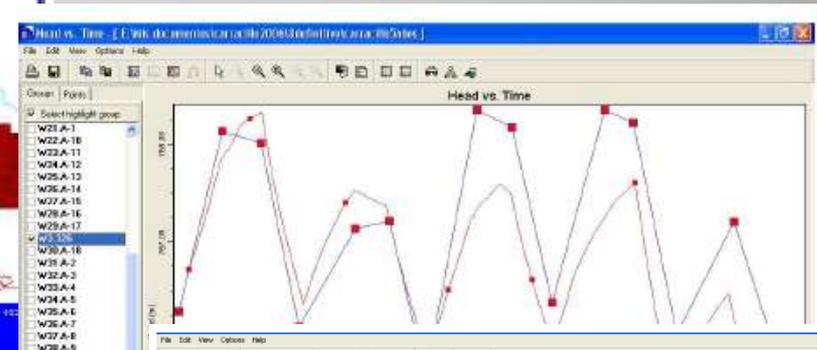
Cambios en la porosidad eficaz y conductividad hidráulica

2- PRINCIPALES ESTUDIOS SOBRE FUNCIONAMIENTO DEL ACUÍFERO (C)

Actualización del modelo matemático de flujo subterráneo hasta octubre de 2005 (periodo de simulación de octubre de 2000 a octubre de 2005) 2006



Resultados: Niveles observados VS Niveles simulados



2- PRINCIPALES ESTUDIOS SOBRE FUNCIONAMIENTO DEL ACUÍFERO (D)

Estudios Hidrogeológicos Complementarios para la elaboración del “Proyecto de Recarga y Regulación para la Gestión Hídrica del Acuífero Cuaternario en la Zona Oriental de la Comarca de El Carracillo (Segovia)” (FASE III) 2009

1.- INTRODUCCIÓN	10.- <u>VOLUMEN DE GESTIÓN DEL ACUÍFERO</u>
2.- ANTECEDENTES HISTÓRICOS.....	11.- INGENIERÍA DEL PROYECTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES
3.- SITUACIÓN ACTUAL DEL REGADÍO EN LA COMARCA DE EL CARRACILLO	11.1.- Número de sondeos necesarios.....
4.- TRABAJOS, ESTUDIOS Y PROYECTOS PREVIOS. CRONOLOGÍA DE LAS ACTUACIONES REALIZADAS	11.2.- Ubicación de los sondeos
5.- OBJETO DEL PROYECTO	11.3.- Diseño constructivo de los sondeos.....
6.- LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS OBRAS	11.4.- Red de impulsión.....
7.- DESCRIPCIÓN DE LA ZONA	11.5.- Equipamiento de la red de impulsión
7.1.- Climatología	11.6.- Grupo de bombeo
7.2.- Topografía	11.7.- Equipamiento del grupo de bombeo
7.3.- Suelos.....	11.8.- Equipamiento de los sondeos
7.4.- Red hidrográfica	11.10.- Red de distribución de la recarga
8.- CARTOGRAFÍA.....	11.11.- Equipamiento de la red de recarga
9.- CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA DEL ACUÍFERO CUATERNARIO DE COMARCA DEL CARRACILLO EN LA ZONA ALMACÉN	11.12.- Edificaciones
9.1.- Geometría del acuífero	11.13.- Instalaciones eléctricas
9.2.- Marco hidrogeológico.....	11.14.- Automatización y telecontrol del sistema.....
9.3.- Marco geológico	12.- REQUISITOS ADMINISTRATIVOS
9.4.- Sondeos de investigación hidrogeológica y ensayos realizados.....	12.1.- Declaración de obra completa
9.5.- Piezometría.....	12.2.- Clasificación de las obras
9.6.- Superficie susceptible de recarga	12.3.- Estudio de seguridad y salud laboral
9.7.- Parámetros hidrogeológicos	12.4.- Expropiaciones, ocupaciones temporales y servidumbres
9.8.- Modelo matemático de flujo del acuífero cuaternario de El Carracillo	12.5.- Servicios afectados
9.9.- Caracterización hidroquímica y calidad del agua de recarga y del acuífero. Viabilidad de la recarga desde el punto de vista hidroquímico.....	12.6.- Autorizaciones, permisos, licencias y comunicaciones necesarios para la ejecución de las obras
9.10.- Funcionamiento hidrogeológico del acuífero 37	12.7.- Estudio de impacto ambiental.....
	12.8.- Plan de obra

2- PRINCIPALES ESTUDIOS SOBRE FUNCIONAMIENTO DEL ACUÍFERO (D)

Estudios Hidrogeológicos Complementarios para la elaboración del “Proyecto de Recarga y Regulación para la Gestión Hídrica del Acuífero Cuaternario en la Zona Oriental de la Comarca de El Carracillo (Segovia)” (FASE III) 2009

Uds	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT	OCTUBRE	
m ³ /mes	666.0	129292.8	1173788.0	1720409.7	1943639.6	901623.4	44488.8	—	CARGA EN
m ³ /d	22.2	4309.8	39126.3	57347.0	64788.0	30054.1	1483.0	—	ON
TOTAL (hm³/año)								5.91	

1. INTRODUCCIÓN	3
2. MODELO MATEMÁTICO DE FLUJO SUBTERRÁNEO DEL ACUÍFERO CUATERNARIO DE LA COMARCA DEL CARRACILLO	5
3. MODELIZACIÓN DEL SISTEMA	7
3.1. MODELO CONCEPTUAL	7
3.2. DATOS DE PARTIDA	8
5.3. RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN	31
6. ESCENARIOS DE SIMULACIÓN II: EXTRACCIÓN-RECARGA ARTIFICIAL	48
6.1. CAUDALES DE EXTRACCIÓN-RECARGA ARTIFICIAL	49
6.2. PERIODO DE SIMULACIÓN	50
6.3. HIPÓTESIS SIMULADAS	52
6.3.1. HIPÓTESIS I: Simulación de tres ciclos de extracción y dos de recarga artificial intercalados	52
6.3.2. HIPÓTESIS II: Simulación de tres ciclos de extracción y uno de recarga artificial	71
7. CONCLUSIONES	85
8. RECOMENDACIONES	87

TOMO I	MEMORIA
	ANEJO Nº 1.- FICHA TÉCNICA
	ANEJO Nº 2.- CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA
	ANEJO Nº 3.- GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
	ANEJO Nº 4.- ESTUDIO DEL ACUÍFERO
TOMO II	
	ANEJO Nº 11.- CÁLCULOS MECÁNICOS GENERALES DE LAS REDES
	ANEJO Nº 12.- NAVE PARA EL CENTRO DE CONTROL
	ANEJO Nº 13.- ELECTRIFICACIÓN
	ANEJO Nº 14.- AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DEL SISTEMA
	ANEJO Nº 15.- GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN
	ANEJO Nº 16.- JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS
	ANEJO Nº 17.- PLAN DE OBRA Y PROGRAMA DE INVERSIONES
	ANEJO Nº 18.- EXPROPIACIONES
TOMO III	ANEJO Nº 19.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

2- PRINCIPALES ESTUDIOS SOBRE FUNCIONAMIENTO DEL ACUÍFERO (E)

Modelización matemática de las actuaciones de extracción-recarga artificial planteadas en la zona almacén del acuífero cuaternario de la comarca de El Carracillo (Segovia). Simulaciones marzo 2011;

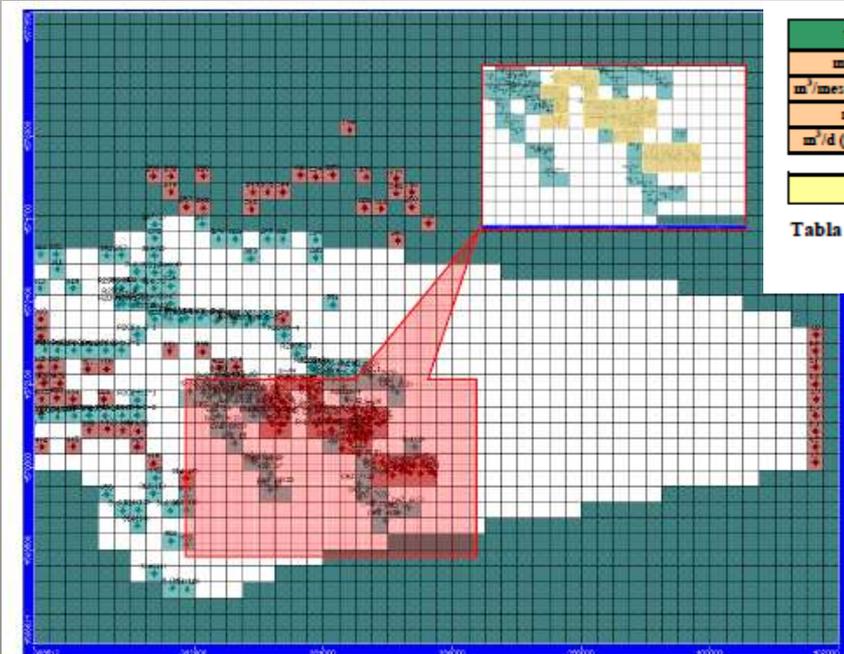


Figura 2.1.- Salida gráfica del programa Visual MODFLOW donde se muestra la ubicación de los 58 pozos de extracción (celdas marcadas en color amarillo). Las celdas en color rojo, dentro del cuadro, son las que contienen la batería de sondeos. Las celdas en color verde son celdas con pozos desactivados que se emplearon en otras simulaciones y se han desactivado para la presente simulación.

Uds:	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT	OCTUBRE
m ³ /mes	82070.53	340289.80	711076.01	1762767.92	2340621.12	1668526.88	674875.34	4392.25
m ³ /mes (por pozo)	1415.01	5867.07	12259.93	30392.55	40355.54	28767.70	11635.76	75.73
m ³ /d	2647.4	11342.99	22937.94	58758.93	75503.91	53823.45	22495.84	141.69
m ³ /d (por pozo)	45.65	195.57	395.48	1013.09	1301.79	927.99	387.86	2.44
TOTAL (hm³/año)								7.58

Tabla 2.2.- Consumos mensuales (caudales de extracción) para los sondeos de la "zona almacén", (un total de 58 sondeos, del S-1 al S-58).

		MES	COMIENZO (día)	FINAL (día)	m ³ /d pozo
AÑO 1	1º CICLO DE EXTRACCIÓN	MARZO	730	761	45.645
		ABRIL	761	791	195.569
		MAYO	791	822	395.482
		JUNIO	822	853	1013.085
		JULIO	853	881	1301.791
		AGOSTO	881	912	927.990
		SEPTIEMBRE	912	942	387.859
		OCTUBRE	942	973	2.443
		NOVIEMBRE	973	1003	0
		DICIEMBRE	1003	1034	0
		ENERO	1034	1065	0
		FEBRERO	1065	1095	0
AÑO 2	2º CICLO DE EXTRACCIÓN	MARZO	1095	1126	45.645
		ABRIL	1126	1156	195.569
		MAYO	1156	1187	395.482
		JUNIO	1187	1218	1013.085
		JULIO	1218	1246	1301.791
		AGOSTO	1246	1277	927.990
		SEPTIEMBRE	1277	1307	387.859
		OCTUBRE	1307	1338	2.443

Tabla 2.3.- Inicio y final del periodo de simulación en días y caudales de extracción introducidos en cada pozo

2- PRINCIPALES ESTUDIOS SOBRE FUNCIONAMIENTO DEL ACUÍFERO (E)

Modelización matemática de las actuaciones de extracción-recarga artificial planteadas en la zona almacén del acuífero cuaternario de la comarca de El Carracillo (Segovia). Simulaciones marzo 2011 2011

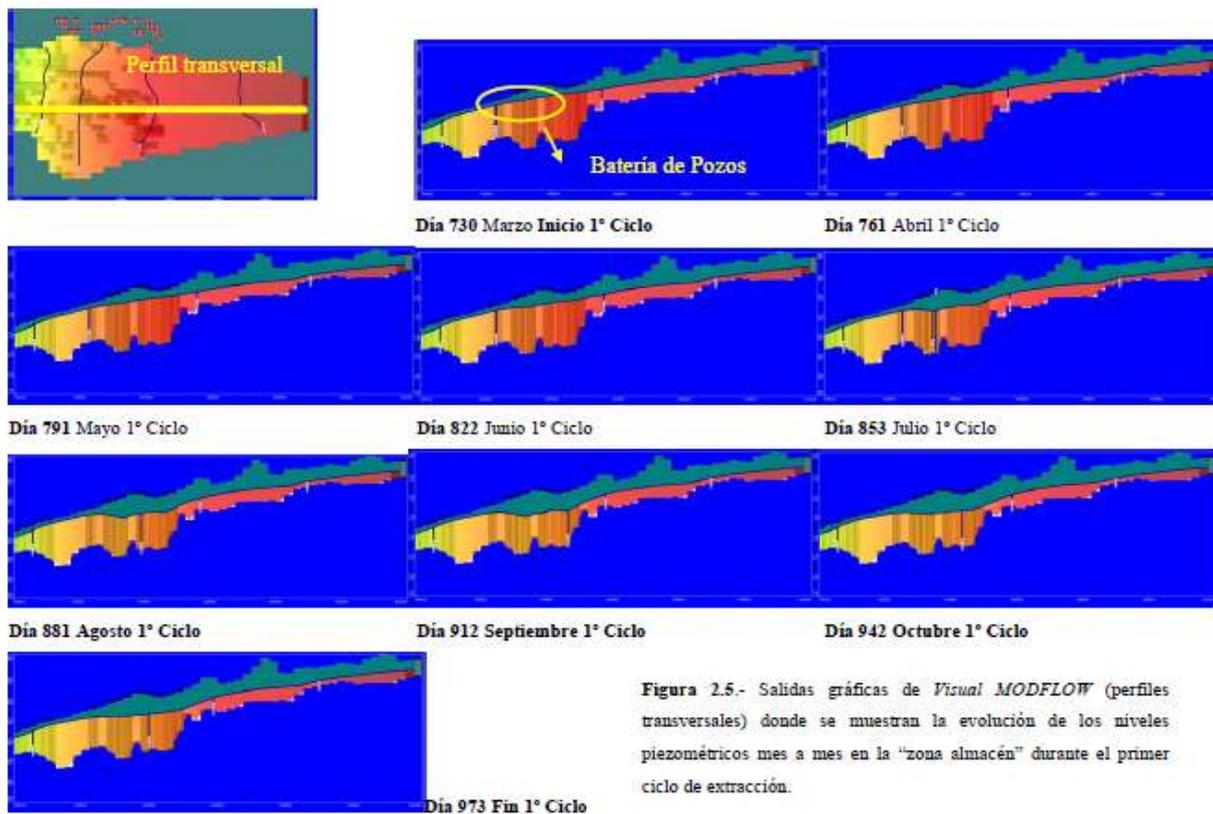


Figura 2.5.- Salidas gráficas de *Visual MODFLOW* (perfiles transversales) donde se muestran la evolución de los niveles piezométricos mes a mes en la "zona almacén" durante el primer ciclo de extracción.

2- PRINCIPALES ESTUDIOS SOBRE FUNCIONAMIENTO DEL ACUÍFERO (F)

Estudio de afección de la explotación de la zona almacén a la paleoforma en el acuífero de “El Carracillo” 2011

1. INTRODUCCIÓN	2
2. ANÁLISIS REALIZADO A PARTIR DEL MODELO MATEMÁTICO	2
3. ANÁLISIS REALIZADO A PARTIR DE LAS MEDICIONES “IN SITU”	7
3.1. EVOLUCIONES PIEZOMÉTRICAS EN PUNTOS DE LA RED DE CONTROL	7
3.2. EVOLUCIONES PIEZOMÉTRICAS REGISTRADAS DURANTE EL ENSAYO DE BOMBEO CONJUNTO	
4. CONCLUSIONES	

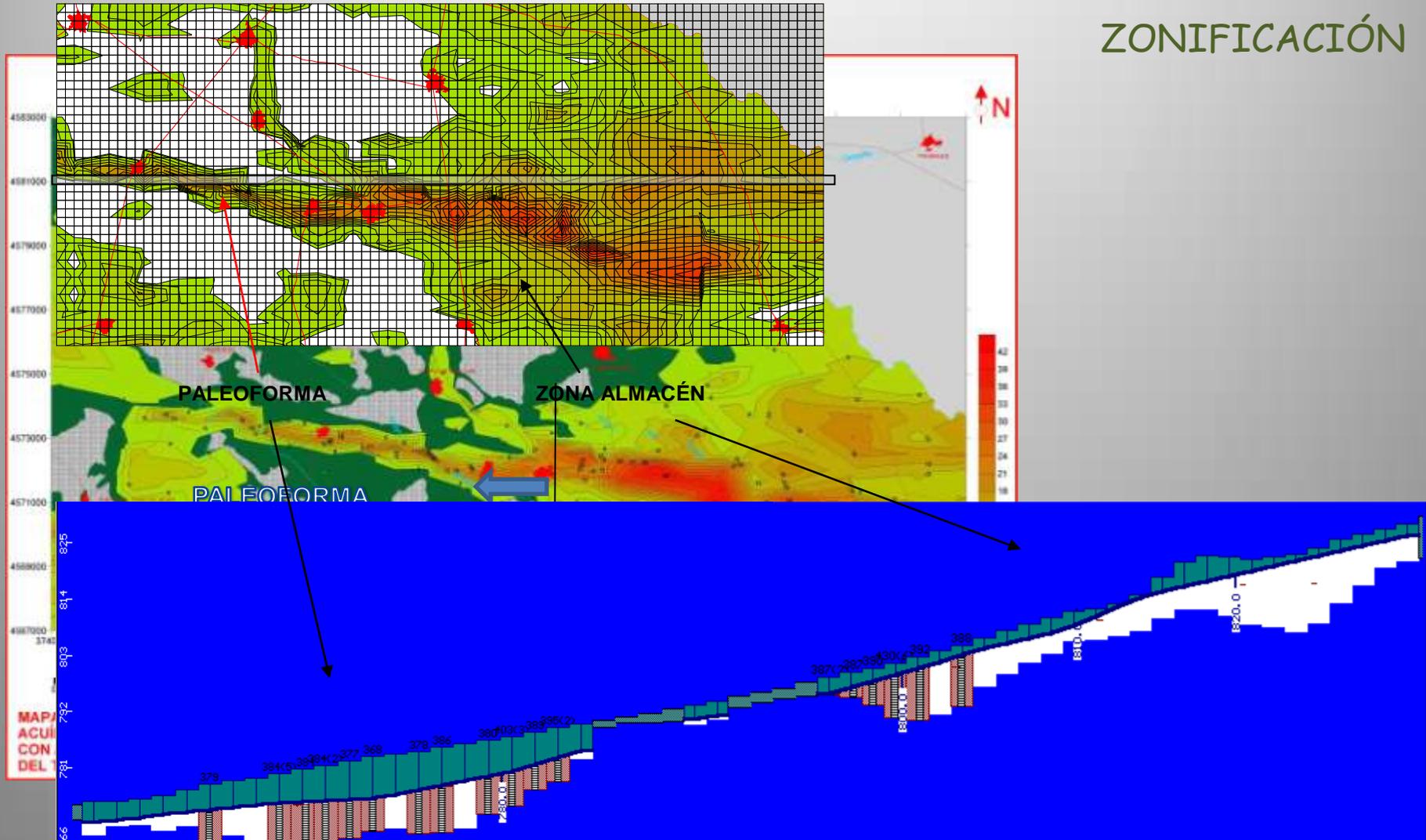
ESTUDIO DE AFECCIÓN DE LA EXPLOTACIÓN DE LA ZONA ALMACÉN A LA PALEOFORMA EN EL ACUÍFERO DE “EL CARRACILLO”

TRAGSATEC



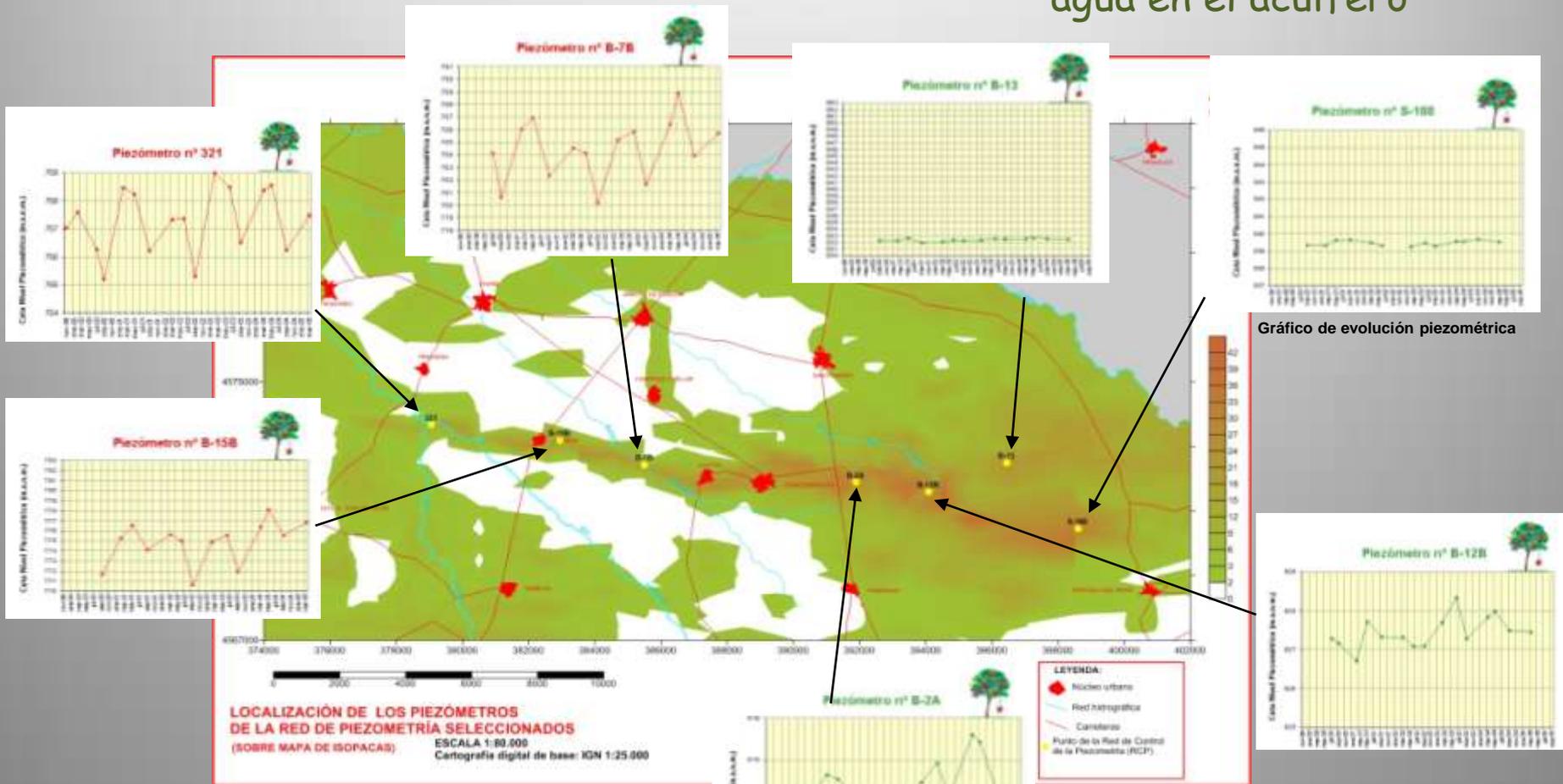
3- DATOS IMPORTANTES SOBRE EL FUNCIONAMIENTO DEL ACUÍFERO

ZONIFICACIÓN



3- DATOS IMPORTANTES SOBRE EL FUNCIONAMIENTO DEL ACUÍFERO

Comportamiento niveles de agua en el acuífero



- Periodo de toma de datos: de 1999/2000 a 2004/2005

3- DATOS IMPORTANTES SOBRE EL FUNCIONAMIENTO DEL ACUÍFERO

Comportamiento niveles de agua en el acuífero

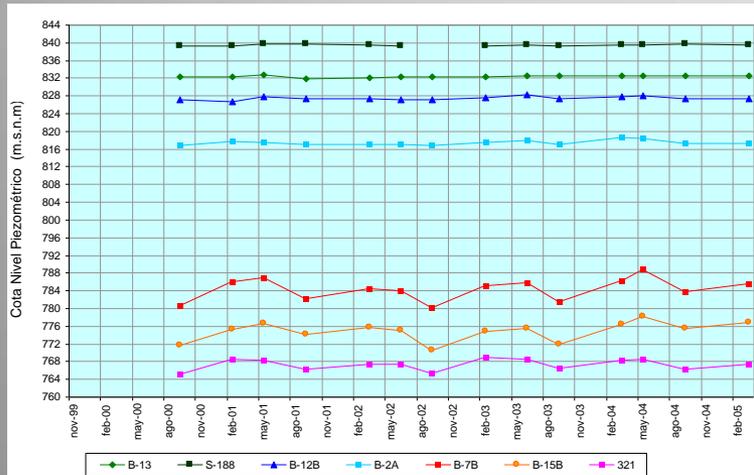


Gráfico de evolución piezométrica de los 7 piezómetros seleccionados

Gráfico de evolución piezométrica de los 4 piezómetros seleccionados de la zona almacén

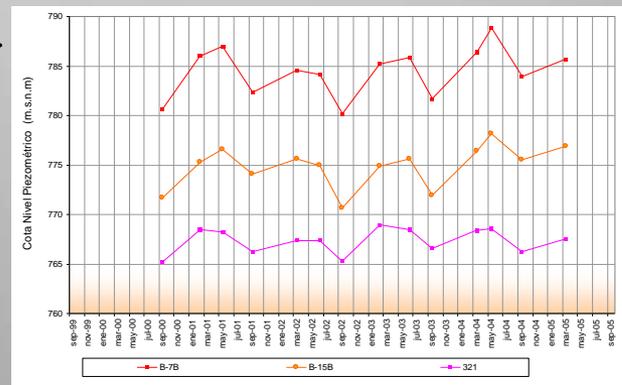
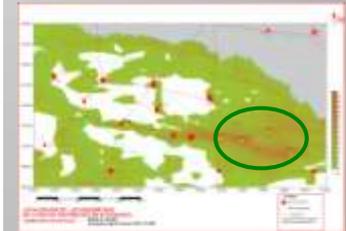
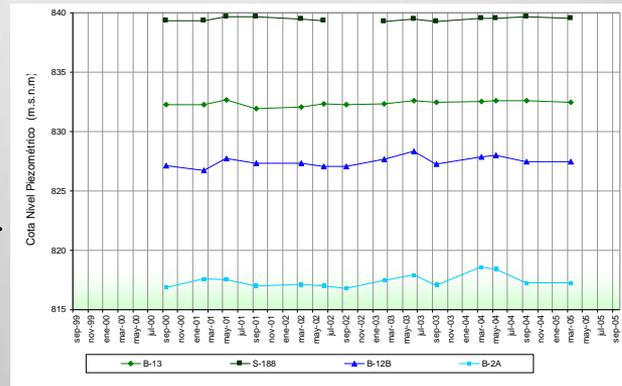


Gráfico de evolución piezométrica de los 3 piezómetros seleccionados de la paleoforma

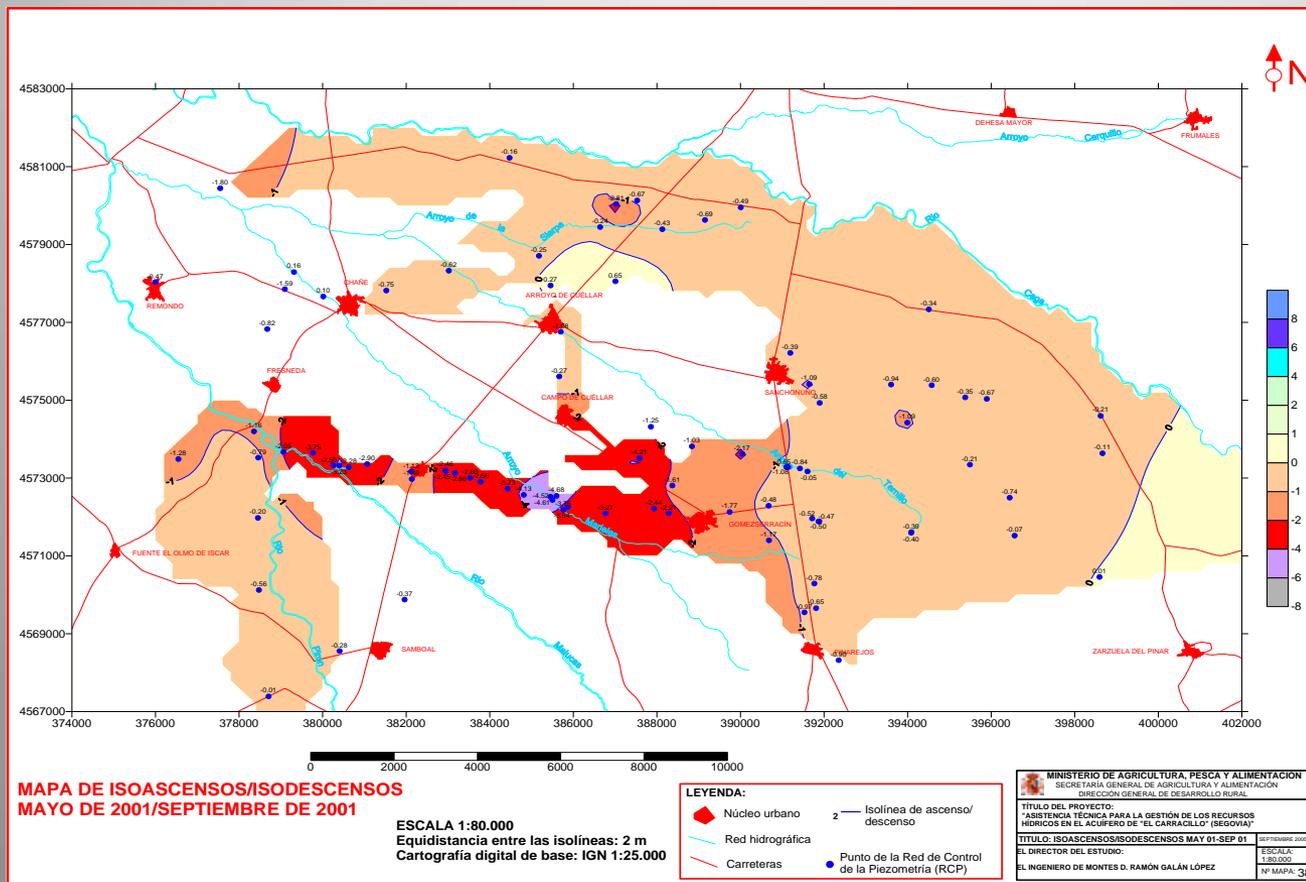


La desviación estándar de la serie de variaciones de nivel en la zona de la paleoforma se cuantifica en los tres piezómetros estudiados en 3,71, 2,86 y 1,85 mientras que la calculada para los cuatro piezómetros de la zona almacén es de 0,16, 0,27, 0,51 y 0,65.

El rango de variaciones tanto temporales como cuantitativas es distinto en los dos grupos

3- DATOS IMPORTANTES SOBRE EL FUNCIONAMIENTO DEL ACUÍFERO

Escasa influencia de las extracciones en la paleoforma a la zona almacén



Los mayores descensos se registran en la paleoforma (entre 2 y 6 metros de descenso de nivel piezométrico) mientras que en la zona almacén las variaciones de nivel son inferiores al metro, denotando así como las extracciones en la paleoforma apenas tienen efecto en la zona almacén

Mapa de isoascensos/isodescensos de nivel piezométrico. Mayo 2001-septiembre 2001. Del informe "Asistencia técnica para la gestión de los recursos hídricos en el acuífero de "El Carracillo" (Segovia)"

3- DATOS IMPORTANTES SOBRE EL FUNCIONAMIENTO DEL ACUÍFERO

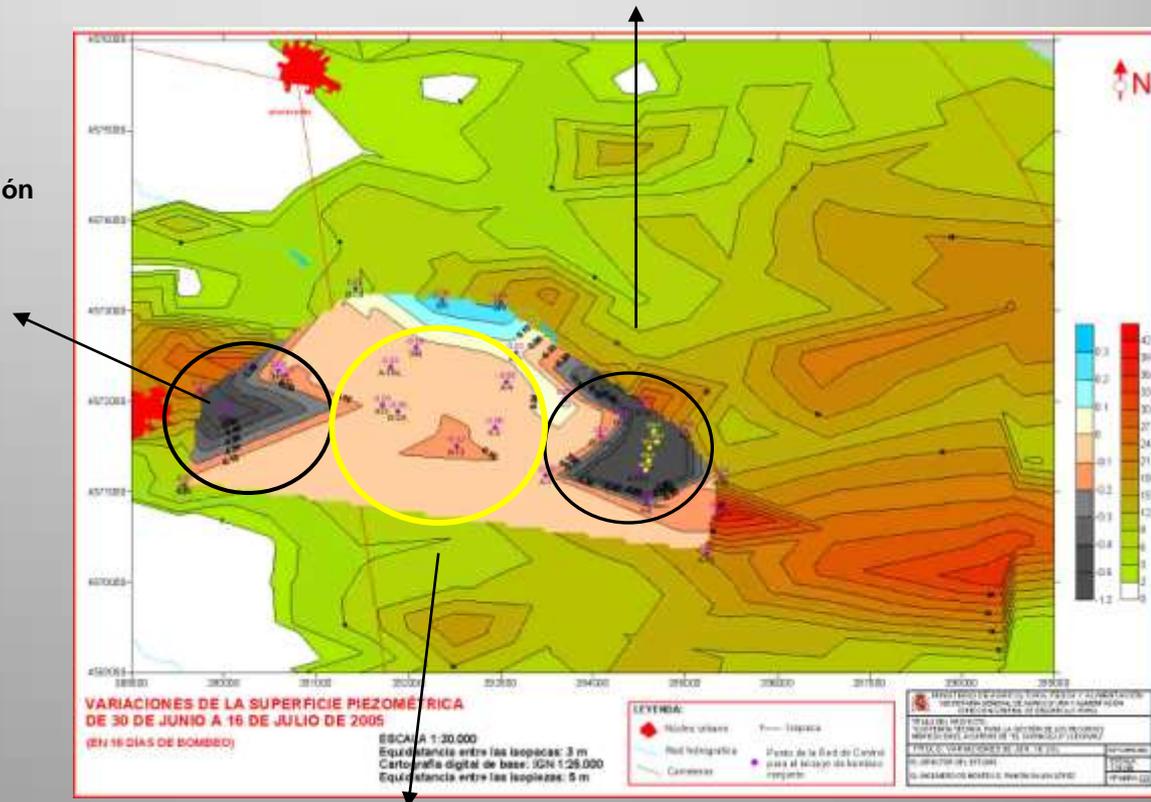
Escasa influencia de las extracciones en la zona almacén a la paleoforma (Estudio de las evoluciones piezométricas registradas durante el ensayo de bombeo conjunto)

Por un lado, la originada por la prueba de extracción, con un radio de influencia de en torno a 1 km. de los sondeos de explotación

Por otro, la originada por la explotación para riego a la que está sometida la paleoforma, la cual se aprecia en el sector más oriental de la misma.

RESULTADOS

Dos zonas de isodescensos máximos claramente desconectadas:



Entre ambas se registra una zona intermedia donde el nivel piezométrico únicamente descende algunos centímetros, variación que se considera dentro de la tendencia natural de descarga del acuífero

3- DATOS IMPORTANTES SOBRE EL FUNCIONAMIENTO DEL ACUÍFERO

Comprobación en modelo matemático

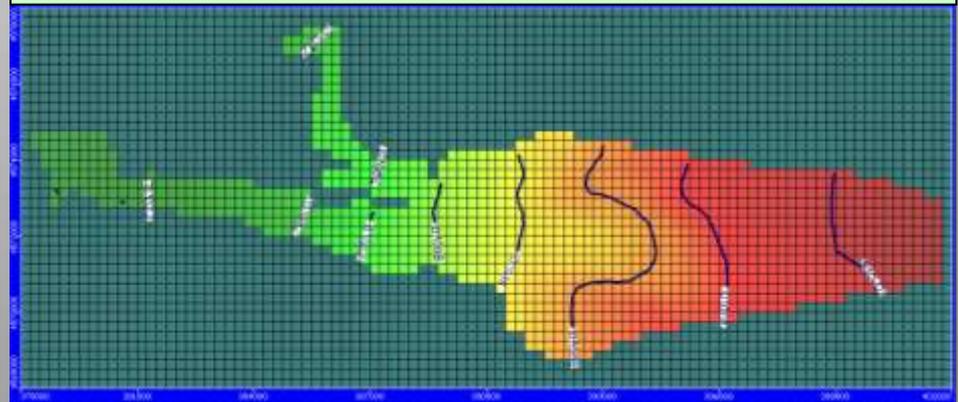
ESCENARIO 0 (Sin explotación en zona almacén)

Niveles piezométricos . Día 1338
(Final del segundo ciclo de explotación)



ESCENARIO 3 (Con explotación en zona almacén)

Niveles piezométricos. Día 1338
(Final del segundo ciclo de explotación)

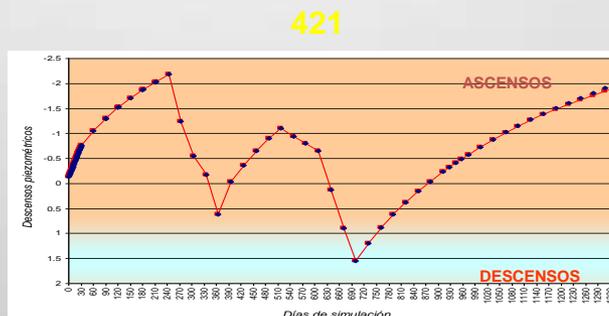
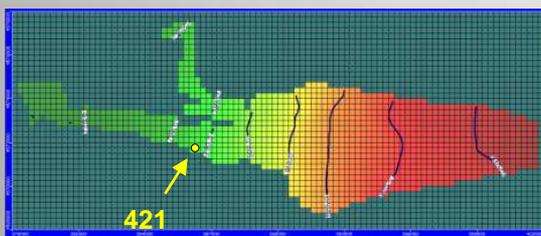


Las isopiezas de la paleoforma guardan la misma disposición en el Escenario 0 que en el Escenario 3, no así las isopiezas de la zona almacén

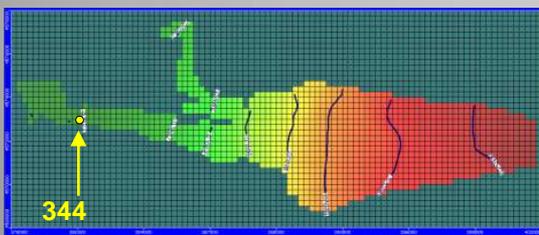
3- DATOS IMPORTANTES SOBRE EL FUNCIONAMIENTO DEL ACUÍFERO

Comprobación en modelo matemático

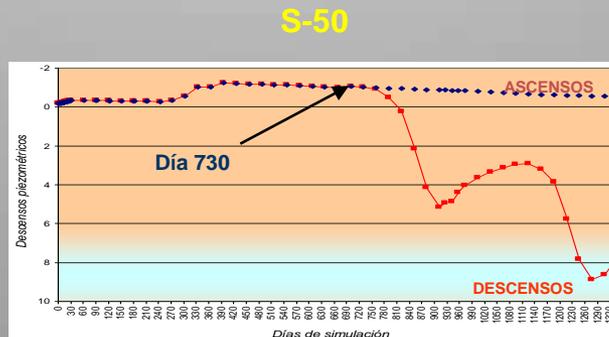
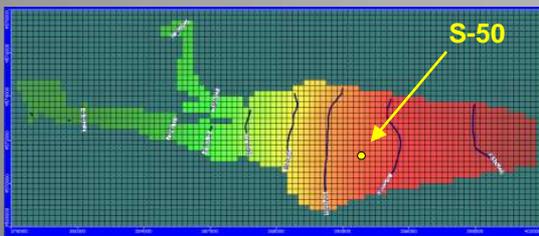
— ESCENARIO 3 ◆ ESCENARIO 0



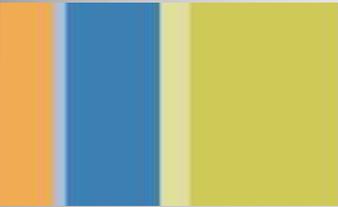
LAS VARIACIONES PIEZOMÉTRICAS EN AMBOS ESCENARIOS EN ESTA ZONA DEL ACUÍFERO SON PRÁCTICAMENTE IDÉNTICAS (lo que indica que cuando hay explotación en la zona almacén (Escenario 3) los niveles piezométricos de la paleoforma no se ven afectados)



LAS VARIACIONES PIEZOMÉTRICAS EN AMBOS ESCENARIOS EN ESTA ZONA DEL ACUÍFERO SON IDÉNTICAS



A PARTIR DEL COMIENZO DE LA EXPLOTACIÓN (DÍA DE LA SIMULACIÓN 730) LOS NIVELES EN EL ESCENARIO 3 EN ESTA ZONA DEL ACUÍFERO DESCIENDEN RESPECTO A LOS REGISTRADOS EN EL ESCENARIO 0



4- PROPUESTA DE TRABAJOS FUTUROS

- SEGUIMIENTO HIDROGEOLÓGICO DE LOS CICLOS DE EXTRACCIÓN-RECARGA

- Control de los niveles del acuífero
- Determinación y control de velocidades de infiltración
- Cuantificación de los volúmenes infiltrados
- Control de la calidad química de las aguas involucradas en la recarga
- Evolución de los domos de recarga producidos en la vertical de los dispositivos de recarga

- CONTROL HIDROGEOLÓGICO DURANTE LAS OBRAS DE LA FASE III



Muchas Gracias!!

Con el apoyo de:



Exmo Ayto. de Santiuste de San Juan Bautista

Asentamiento de Gomezserracín

