ÍNDICE

1. **INTRODUCCIÓN**

2. **OBJETIVOS**

3. **CLIMATOLOGÍA**
   3.1. Análisis de las precipitaciones
   3.2. Evapotranspiración potencial

4. **EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA EN LA UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 04.04**
   4.1. Red de observación piezométrica del IGME
   4.2. Evolución piezométrica registrada
   4.3. Estimación de la variación de volumen de agua

5. **EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA EN EL ENTORNO DEL PARQUE NACIONAL DE LAS TABLAS DE DAIMIEL**
   5.1. Evolución piezométrica registrada
   5.2. Comparación con los niveles del período anterior

6. **ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS PERIODOS DE AGUAS ALTAS Y AGUAS BAJAS**

7. **CONCLUSIONES**

INFORME NÚMERO 4
JULIO 2004

1. INTRODUCCIÓN

Desde principio de los años setenta, el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) estableció diferentes tipos de redes de observación de las aguas subterráneas y toma de datos de parámetros hidráulicos, que le han permitido crear una infraestructura hidrogeológica básica para el desarrollo de planes de investigación sobre aguas subterráneas.

Actualmente estas redes de observación continúan operativas preferentemente en aquellas unidades hidrogeológicas que por sus características hidráulicas, socioeconómicas e implicaciones medioambientales suponen un área de especial interés técnico e investigador en el ámbito de las aguas subterráneas.

Una de estas zonas preferentes de interés es la constituida por la Unidad Hidrogeológica 04.04 (Mancha Occidental), donde el IGME mantiene operativa una red de observación piezométrica y de toma de muestras de aguas subterráneas que constituye la infraestructura básica para la realización del presente informe.

2. OBJETIVOS

Este informe corresponde al número 4 de la serie anual iniciada en 2001 relativos a la evolución piezométrica de la Unidad Hidrogeológica 04.04 (Mancha Occidental) y del entorno del Parque Nacional de las Tablas de Daimiel".

El presente informe, de fecha julio de 2004, y con el mismo título genérico que el número 1, tiene como objetivo ofrecer un resumen anual de la evolución piezométrica, tanto en la Unidad Hidrogeológica 04.04 como específicamente del entorno próximo al Parque Nacional de las Tablas de Daimiel (PNTD), una estimación de la variación del volumen de agua almacenado en la Unidad y un análisis básico de la climatología registrada en el área de estudio.

Como ya se citó en el informe número 2, y dado el carácter periódico que pretende darse a éstos, resulta obvio que no se incluirán aspectos generales ya contemplados en el informe número 1 como: características geográficas e hidrográficas, aspectos socioeconómicos y descripción hidrogeológica de la zona de estudio.

3. CLIMATOLOGÍA

El clima de la cuenca alta del Guadiana es de tipo mediterráneo-continental, caracterizado por una estación seca bien definida y marcadas oscilaciones de temperatura. La precipitación media es de unos 400 mm/año.

Entre las estaciones pluviométricas o termopluviométricas controladas por el Instituto Nacional de Meteorología (INM) en el ámbito de la Unidad se han elegido dos estaciones: una como representativa del conjunto de la Unidad Hidrogeológica 04.04, por su situación

geográfica y la existencia de una serie larga de datos; y otra como representativa del entorno del PNTD.

Los datos de precipitación mensual utilizados para la elaboración de este apartado han sido facilitados por el Instituto Nacional de Meteorología (INM), en virtud del Convenio de Colaboración suscrito entre el citado y el Instituto Geológico y Minero de España.

Como estación meteorológica representativa de la Unidad Hidrogeológica 04.04 (Mancha Occidental) se ha considerado la estación "Villanueva de Franco":

ESTACIÓN REPRESENTATIVA U.H. 04.04

INDICATIVO	ESTACIÓN	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD
4033	Villanueva de Franco	3º 23' 26''W	38º 53' 17''	677 m

El completado de datos de esta estación se ha realizado mediante la utilización de un programa de correlación múltiple de series mensuales de precipitación o mediante una función de regresión lineal en los meses en que no ha sido posible aplicar el primer método. Las estaciones elegidas para el completado son:

INDICATIVO	ESTACIÓN	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD
4020	Llanos del Caudillo	3º 22'W	39º 6'	650 m
4032	La Solana	3º 14'W	38º 56'	768 m
4035	Manzanares "Grupo Escolar"	3º 22'W	39º 0'	660 m
4037	Daimiel I. L.	3º 36'W	39º 4'	615 m
4112 U	Las Tablas de Daimiel	3º 41'W	39º 8'	619 m

En el caso de la estación meteorológica representativa del entorno del PNTD se ha seleccionado la estación "Las Tablas de Daimiel".

ESTACIÓN REPRESENTATIVA ENTORNO PNTD

INDICATIVO	ESTACIÓN	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD
4112 U	Las Tablas de Daimiel	3º 41' 47''W	39º 8' 10''	619 m

El completado de datos de esta estación se ha realizado mediante una función de regresión lineal con la estación:

INDICATIVO	ESTACIÓN	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD
4037	Daimiel I. L.	3º 36'W	39º 4'	615 m

3.1. Análisis de las precipitaciones

En la Tabla 1 se reflejan los datos de precipitación para el año hidrológico correspondiente a la estación de Villanueva de Franco, así como la desviación y su clasificación en año tipo: húmedo, medio o seco. En el gráfico 1 se representan, para la misma estación, los valores completados de precipitación anual, el valor medio de la serie, la curva de desviaciones acumuladas y el agrupamiento en períodos húmedos y secos.

La precipitación media obtenida para el conjunto de la serie analizada en la estación de Villanueva de Franco (1965/66-2002/03) es de 406,58 mm/año. Considerando como año "seco" aquel con una pluviometría al menos un 15% inferior a la media aritmética; año "húmedo" aquel en que las precipitaciones superan al menos en un 15% a la media y año "medio" al comprendido entre ambos extremos, se puede establecer una clasificación de la serie de años estudiada en los siguientes períodos: un largo período seco, de 1979/80 a 1994/95; y tres períodos húmedos: desde el inicio de la serie histórica hasta 1968/69, un corto período húmedo de 1976/77 a 1978/79, ambos separados por un período de tipo medio comprendido entre 1969/70 y 1975/76 y por último otro corto período húmedo correspondiente a los años hidrológicos 1995/96 a 1997/98. Desde este último año hidrológico hasta el 2002/03 podría considerarse que se está produciendo una nueva secuencia climática seca.

Los valores de precipitación media anual para el periodo de 38 años, varían entre un valor mínimo de 214 mm, para el año hidrológico 1998/99, y un máximo, para el período 1983/84, de 695,07 mm, el recorrido por tanto es de 481,07 mm.

Del análisis realizado para este periodo de tiempo se pueden obtener las consideraciones siguientes:

Las series húmedas son de corta duración, y aparición delimitada en el tiempo, mientras que las secuencias climáticas secas son períodos más largos, dentro del cual puede darse algún año húmedo.

Existen importantes diferencias entre las precipitaciones en año seco y húmedo, alcanzándose valores que oscilan por encima de los 450 mm.

En la Tabla 2 se reflejan los datos de precipitación para el año hidrológico de la estación "Las Tablas de Daimiel", así como la desviación y su clasificación en año tipo: húmedo, medio o seco. En el gráfico 2 se representan, para la misma estación, los valores completados de precipitación anual, el valor medio de la serie, la curva de desviaciones acumuladas y el agrupamiento en períodos húmedos y secos.

Como se puede observar la serie histórica es más corta, 1982/83-2002/03. La precipitación media obtenida para la serie analizada es de 380,3 mm/año. El agrupamiento en años tipo

refleja el último período húmedo, 1995/96-1997/98, coincidente con el de la estación de "Villanueva de Franco". A partir del año hidrológico 1997/98 podría considerarse la existencia de una secuencia climática de tipo medio.

ESTACIÓN "VILLANUEVA"			
AÑO HIDROLÓGICO	PRECIPITACIÓN (mm)	DESVIACIÓN	AÑO TIPO
1965/66	461,50	54,92	MEDIO
1966/67	280,00	-71,66	SECO
1967/68	434,18	-44,06	MEDIO
1968/69	638,00	187,36	HÚMEDO
1969/70	321,46	102,24	SECO
1970/71	472,57	168,23	HÚMEDO
1971/72	360,00	121,64	MEDIO
1972/73	371,50	86,56	MEDIO
1973/74	540,50	220,48	HÚMEDO
1974/75	392,00	205,90	MEDIO
1975/76	397,00	196,32	MEDIO
1976/77	436,00	225,74	MEDIO
1977/78	532,50	351,66	HÚMEDO
1978/79	536,50	481,58	HÚMEDO
1979/80	332,16	407,16	SECO
1980/81	304,50	305,08	SECO
1981/82	360,61	259,11	MEDIO
1982/83	318,85	171,38	SECO
1983/84	695,07	459,87	HÚMEDO
1984/85	333,50	386,78	SECO
1985/86	441,00	421,20	MEDIO
1986/87	340,55	355,17	SECO
1987/88	431,14	379,73	MEDIO
1988/89	417,50	390,65	MEDIO
1989/90	353,78	337,85	MEDIO
1990/91	290,70	221,97	SECO
1991/92	465,50	280,89	MEDIO
1992/93	387,50	261,81	MEDIO
1993/94	287,83	143,06	SECO
1994/95	232,59	-30,93	SECO
1995/96	577,00	139,49	HÚMEDO
1996/97	603,72	336,62	HÚMEDO
1997/98	391,65	321,69	MEDIO
1998/99	214,00	129,11	SECO
1999/00	454,11	176,64	MEDIO
2000/01	323,10	93,16	SECO
2001/02	374,00	60,58	MEDIO
2002/03	346,00	0,00	SECO
MEDIA	406,58		

Tabla 1.- Precipitación anual (mm), desviación y clasificación en año tipo de la estación meteorológica 4033 Villanueva de Franco.

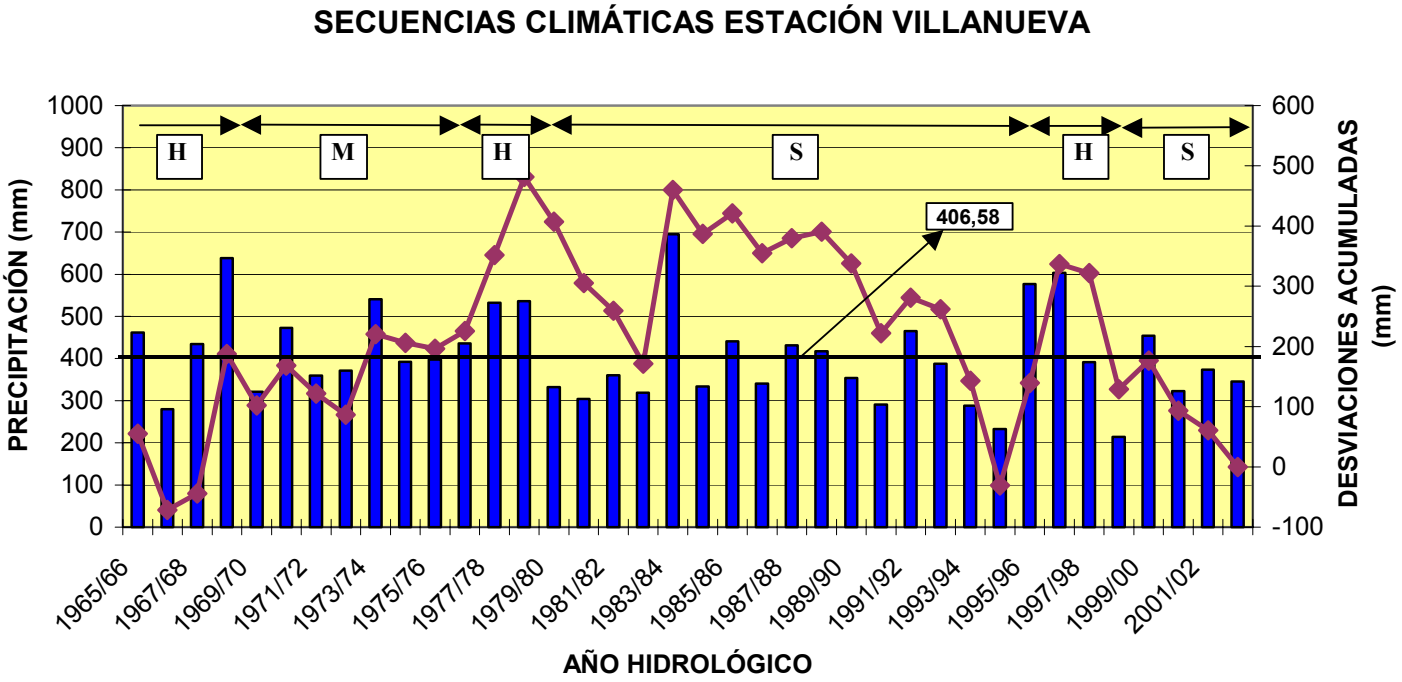


Gráfico 1.- Precipitación anual, valor medio de la serie y desviaciones acumuladas para la estación 4033 Villanueva de Franco (datos INM, elaboración propia).

ESTACIÓN "LAS TABLAS DE DAIMIEL"

AÑO HIDROLÓGICO	PRECIPITACIÓN (mm)	DESVIACIÓN	AÑO TIPO
1982/83	248,2	-132,1	SECO
1983/84	413,1	-99,2	MEDIO
1984/85	383,8	-95,7	MEDIO
1985/86	410,0	-66,0	MEDIO
1986/87	358,5	-87,7	MEDIO
1987/88	444,4	-23,6	HÚMEDO
1988/89	387,2	-16,7	MEDIO
1989/90	382,6	-14,3	MEDIO
1990/91	295,7	-98,9	SECO
1991/92	481,6	2,5	HÚMEDO
1992/93	387,4	9,6	MEDIO
1993/94	237,8	-132,9	SECO
1994/95	208,8	-304,4	SECO
1995/96	534,7	-149,9	HÚMEDO
1996/97	591,9	61,7	HÚMEDO
1997/98	446,9	128,3	HÚMEDO
1998/99	215,3	-36,6	SECO
1999/00	387,4	-29,5	MEDIO
2000/01	442,2	32,4	HÚMEDO
2001/02	376,0	28,2	MEDIO
2002/03	352,1	0,0	MEDIO
MEDIA	380,3		

Tabla2.- Precipitación anual (mm), desviación y clasificación en año tipo de la estación meteorológica 4112U las Tablas de Daimiel.

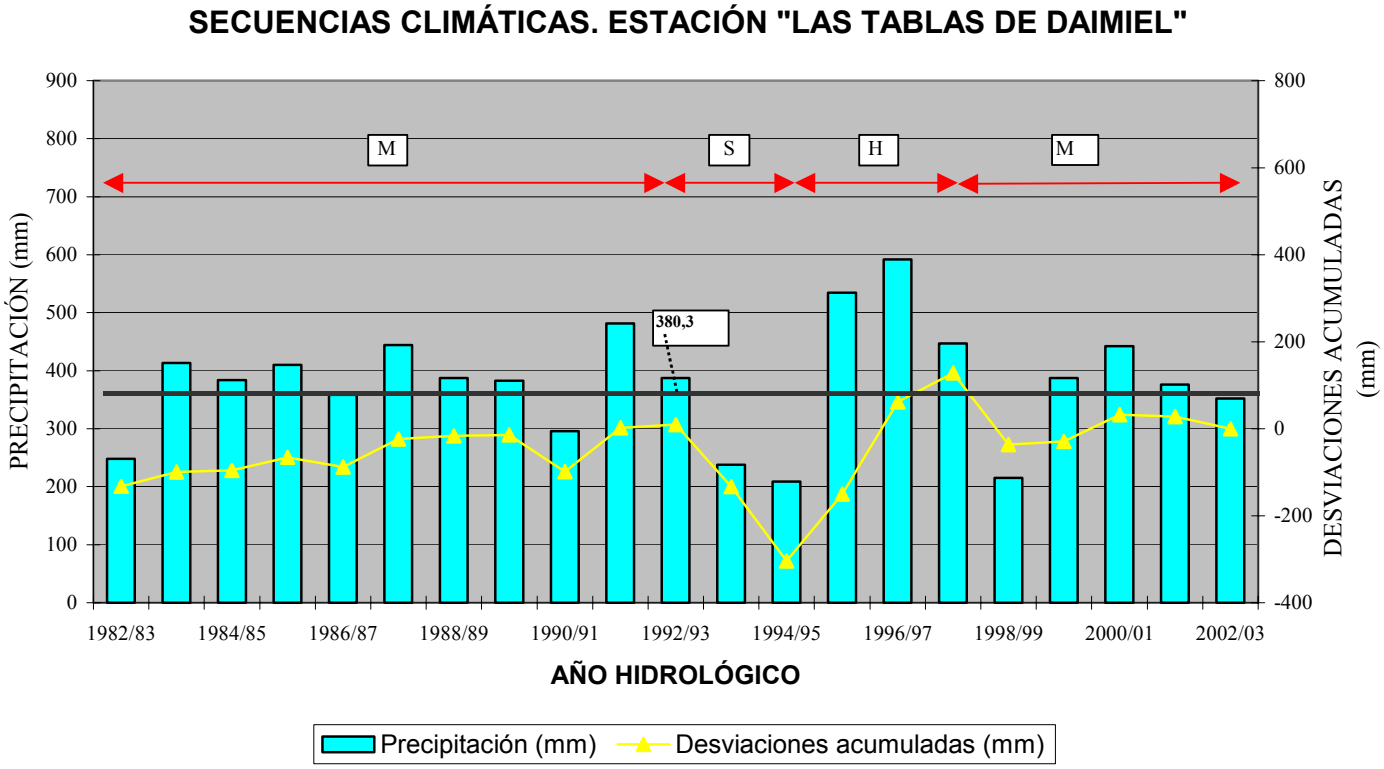


Gráfico 2 .- Precipitación anual, valor medio de la serie y desviaciones acumuladas para la estación 4112U las Tablas de Daimiel (datos INM, elaboración propia).

3.2. Evapotranspiración potencial

La evapotranspiración es un fenómeno físico en el que se engloban dos procesos diferentes, por un lado la evaporación, en el que el agua pasa de estado líquido a gaseoso directamente, y por otro la transpiración, fenómeno biológico por el que las plantas emiten agua a la atmósfera, tomando una pequeña parte de agua del suelo a través de sus raíces, para su crecimiento, y transpirando el resto.

Por tanto se trata de un concepto fundamental en los territorios con vegetación, como es el caso de la Unidad Hidrogeológica 04.04 (Mancha Occidental), donde la agricultura es un componente importante del paisaje. Dicho esto, se comprende que el papel que desempeña la evapotranspiración en la zona de estudio, supone un término significativo para el cálculo del balance hídrico, siendo al mismo tiempo difícil de estimar como componente de dicho balance.

La evapotranspiración potencial (ETP) es la evapotranspiración que se produciría si la humedad del suelo y la cobertera vegetal estuvieran en condiciones óptimas. No obstante, el concepto que define el proceso que realmente se produce en el medio natural es el de evapotranspiración real (ETR), que depende de las condiciones existentes en cada caso, en función de los factores climáticos, así como del desarrollo vegetal, del contenido de humedad del suelo y de sus características hidráulicas. Dado que la consideración de todos estos factores complica la estimación precisa de la ETR, es necesario utilizar como

referencia de cálculo el límite superior al que tiende la citada pérdida de agua en condiciones óptimas de humedad durante el crecimiento vegetativo, es decir, la evapotranspiración potencial, y cuya diferencia con la evapotranspiración real sirve de base para la estimación de las necesidades de riego de los cultivos y, por tanto, de las demandas de agua de los mismos.

La importante relación existente en la Unidad Hidrogeológica 04.04 entre las aguas superficiales y subterráneas y la existencia, especialmente cuando el sistema se encontraba en una situación poco perturbada, de una importante extensión de zonas húmedas, son factores que han de considerarse a la hora de analizar la importancia y funcionamiento de la evapotranspiración.

Para el cálculo de la evapotranspiración potencial existen varios métodos, en este caso, con la información meteorológica disponible (temperatura media mensual) es aplicable el método de Thornthwaite. Sin embargo, la aplicación de la formulación de Thornthwaite tiende a subestimar los valores reales de la evapotranspiración potencial durante los meses de verano.

Estación "Villafranca de los Caballeros". Año tipo: Húmedo

Mes	Temperatura media mensual (ºC)	ETP (mm)
oct-1996	14,8	50,3
nov-1996	9,4	20,7
dic-1996	6,8	11,8
ene-1997	6	9,9
feb-1997	8,9	21,0
mar-1997	13,7	47,1
abr-1997	15,2	60,3
may-1997	17,6	85,7
jun-1997	20,6	111,7
jul-1997	25	155,1
ago-1997	25,8	152,1
sep-1997	22,8	109,8
Total		835,5

Tabla3.- Temperatura media mensual (ºC) y ETP mensual y anual (mm) según el método de Thornthwaite, de la estación meteorológica 4069A "Villafranca de los Caballeros". Año hidrológico 1996/97. Clasificación en año tipo: Húmedo.

En el presente informe se han considerado los valores obtenidos por el método de Thornthwaite utilizando los datos de temperatura media mensual de la estación meteorológica 4069A "Villafranca de los Caballeros" proporcionados por el Instituto Nacional de Meteorología (INM). De este modo, se ha calculado la ETP para los años hidrológicos: 1996/97 (año húmedo), 1999/00 (año medio) y 2002/03 (año seco) de manera que se tiene un valor de la ETP para cada año tipo, considerando éstos lo más cercanos posible al tiempo actual.

En las tablas 3, 4 y 5 se muestran los valores de temperaturas medias mensuales así como los correspondientes de ETP mensual. En los gráficos 3, 4 y 5 se puede observar la representación de la ETP mensual para cada uno los tres años tipo analizados, así como su comparación con la precipitación mensual registrada en la misma estación. En el gráfico 6 se tiene la comparación de la ETP mensual de los tres años analizados.

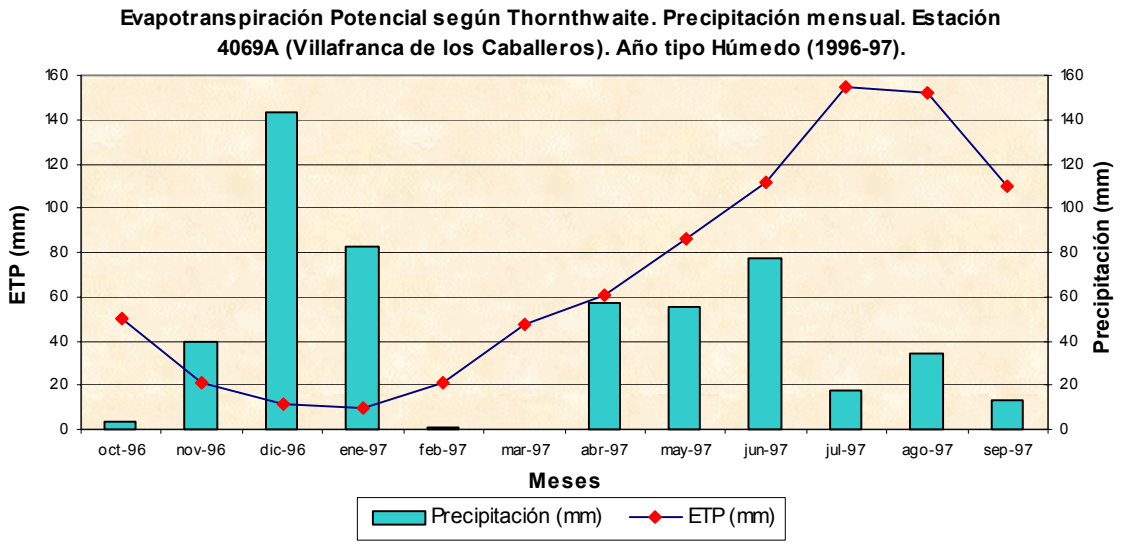


Gráfico 3.- Evapotranspiración Potencial y precipitación mensuales para el año hidrológico 1996/97. Año tipo: Húmedo. Estación meteorológica 4069A "Villafranca de los Caballeros" (datos INM, elaboración propia).

Estación "Villafranca de los Caballeros". Año tipo: Medio

Mes	Temperatura media mensual (ºC)	ETP (mm)
oct-1999	15,1	52,0
nov-1999	6,7	11,9
dic-1999	5,6	8,6
ene-2000	2,4	2,2
feb-2000	9,2	22,1
mar-2000	11,3	34,4
abr-2000	11,5	38,3
may-2000	19,6	102,2
jun-2000	25	153,1
jul-2000	26,4	169,5
ago-2000	26,3	157,0
sep-2000	22,4	106,7
Total		857,9

Tabla 4.- Temperatura media mensual (ºC) y ETP mensual y anual (mm) según el método de Thornthwaite, de la estación meteorológica 4069A "Villafranca de los Caballeros". Año hidrológico 1999/00. Clasificación en año tipo: Medio.

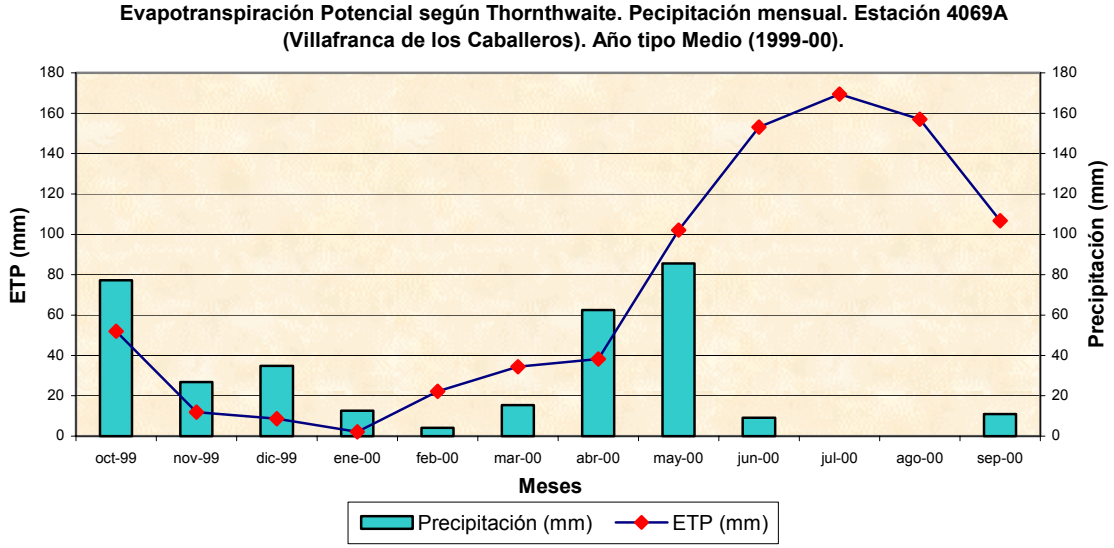


Gráfico 4.- Evapotranspiración Potencial y precipitación mensuales para el año hidrológico 1999/00. Año tipo: Medio. Estación meteorológica 4069A "Villafranca de los Caballeros" (datos INM, elaboración propia).

Estación "Villafranca de los Caballeros". Año tipo: Seco

Mes	Temperatura media mensual (ºC)	ETP (mm)
oct-1999	15,7	52,4
nov-1999	10,2	21,4
dic-1999	7,6	12,4
ene-2000	4,4	5,0
feb-2000	5,4	7,9
mar-2000	11,2	31,0
abr-2000	13,2	44,6
may-2000	19	93,8
jun-2000	27	173,8
jul-2000	28	187,5
ago-2000	28,2	176,9
sep-2000	22,4	104,8
Total		911,3

Tabla 5.- Temperatura media mensual (ºC) y ETP mensual y anual (mm) según el método de Thornthwaite, de la estación meteorológica 4069A "Villafranca de los Caballeros". Año hidrológico 2002/03. Clasificación en año tipo: Seco.

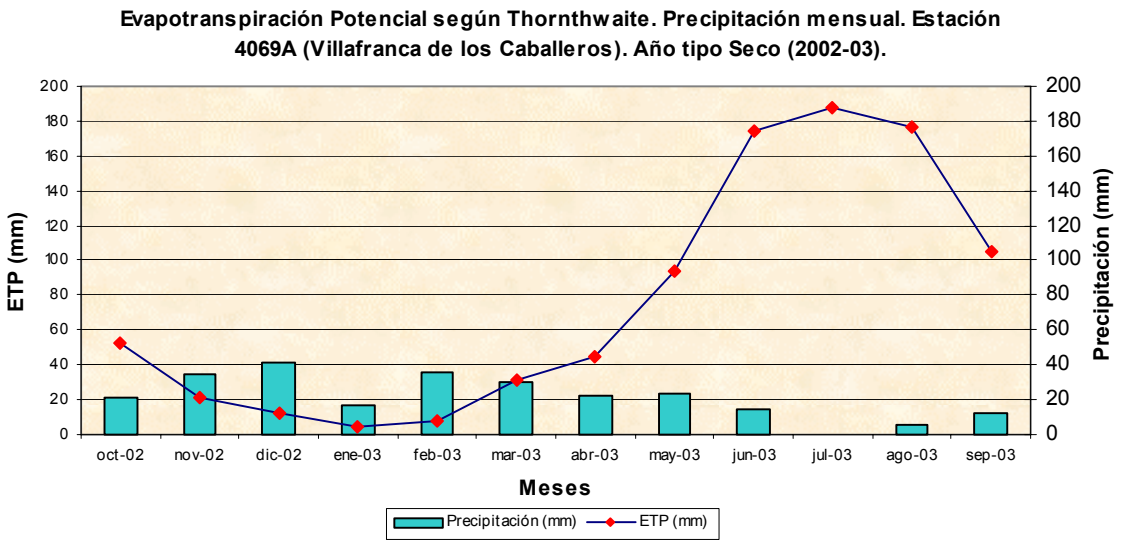


Gráfico 5.- Evapotranspiración Potencial y precipitación mensuales para el año hidrológico 2002/03. Año tipo: Seco. Estación meteorológica 4069A "Villafranca de los Caballeros" (datos INM, elaboración propia).

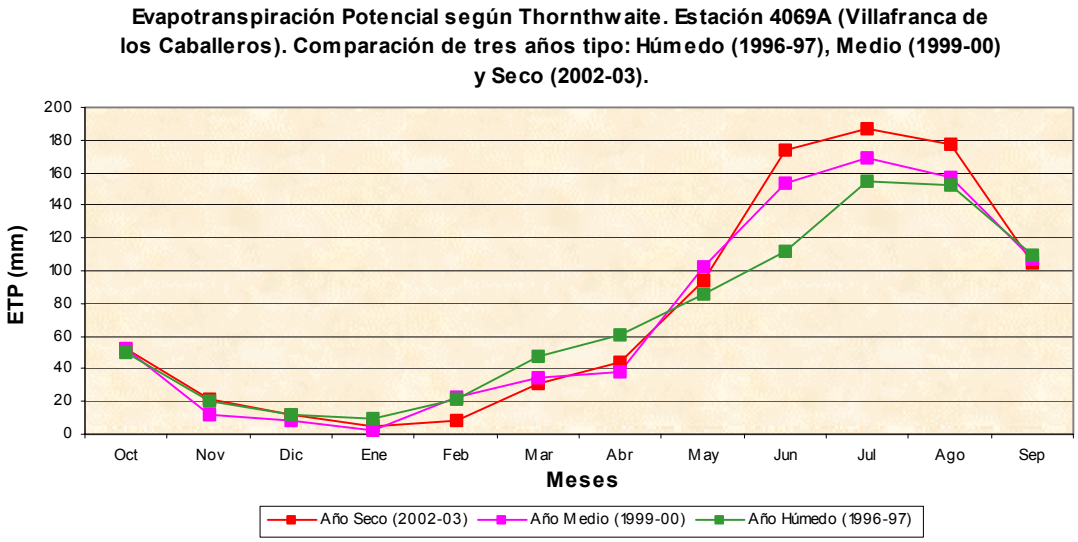


Gráfico 6.- Comparación de la ETP mensual de los tres años tipo analizados. Estación meteorológica 4069A "Villafranca de los Caballeros" (datos INM, elaboración propia).

4. EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA EN LA UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 04.04

4.1. Red de observación piezométrica del IGME

En la Unidad Hidrogeológica 04.04 (Mancha Occidental) se controlan sistemáticamente los niveles piezométricos desde el año 1973. La red correspondiente al año 2004 consta de 80 puntos cuya periodicidad de medida es de dos campañas anuales: la primera en marzo y la segunda en octubre, coincidiendo respectivamente con situaciones de aguas altas y bajas en los acuíferos. Además se llevan a cabo otras campañas mensuales, que incluyen los puntos más representativos de la Unidad, y los puntos de control próximos al Parque Nacional de las Tablas de Daimiel. De los 80 puntos controlados aproximadamente el 63% tienen serie histórica con datos anteriores a 1980.

Del total de puntos controlados en la Unidad se han seleccionado 15 piezómetros, distribuidos homogéneamente en su ámbito territorial, como más representativos de su comportamiento hidrogeológico en función de su evolución y registro histórico, de los cuales 4 controlan el acuífero inferior (números de registro: 222830001, 222880011, 222940080 y 222960021) y el resto el superior, y cuyos datos han sido utilizados para el cálculo de la variación del volumen almacenado.

4.2. Evolución piezométrica registrada

En el cuadro 1 se presentan los piezómetros considerados como representativos de la Unidad, con la medida de profundidad de nivel piezométrico correspondiente al período de aguas altas (Febrero-Marzo) en los años 1980, 2003 y 2004, así como el cálculo de la variación de nivel entre determinados períodos y sus valores medios. En el anexo I se muestran los hidrogramas de estos 15 piezómetros representativos y se añade el del 193070030.

De modo esquemático, y como ya se definió en los informes anteriores pueden distinguirse los siguientes períodos de evolución piezométrica: de 1980 a 1988 se observa un descenso generalizado de nivel con un valor medio de 1,8 m/año; de 1988 a 1995, que engloba un periodo de sequía y los valores máximos de explotación, con extracciones en torno a 600 hm^3/año, los descensos se acentúan llegando a un valor medio de 2,3 m/año; de 1995 a 2001, que engloba un periodo húmedo (años hidrológicos 1995/96-1997/98) y un cierto descenso en las extracciones, hasta situarse en torno a 250 hm^3/año debido entre otros factores al Plan de Compensación de rentas (PCR), en que se produce una recuperación media de casi 2 m/año (ver informe nº1 diciembre de 2001).

El período húmedo que comenzó en el otoño de 1995 provoca un discreto primer cambio de tendencia en la evolución piezométrica en los primeros meses de 1996, que se refleja en todos los piezómetros controlados, para posteriormente observarse una recuperación mucho más evidente al comienzo del año 1997. También queda de manifiesto una cierta inercia en el llenado del acuífero ya que esta tendencia continúa hasta el verano de 1999, a pesar de que el año hidrológico 1998/99 se clasifique como seco. Durante el año hidrológico 1999/00, clasificado como tipo medio, se produce un cambio de tendencia y empieza a hacerse evidente una nueva etapa de descenso que tiene continuidad durante los años

hidrológicos 2000/01 a 2003/04. De manera que para el periodo 1999/2001 se produce de nuevo un descenso de 2m; equivalente a 1 m/año. El análisis de las medidas correspondientes al periodo aguas altas 2001–aguas altas 2002 da como resultado un descenso próximo a 2m, en el intervalo de tiempo entre marzo de 2002 y marzo de 2003 se produce un descenso medio de 1,33 m, y el último período considerado, marzo 2003-marzo 2004, refleja un descenso medio de 1,76 m.

PIEZÓMETROS REPRESENTATIVOS U.H. 04.04						
Nº Registro	***P.N.P. 80***	***P.N.P. 04***	***P.N.P. 03***	***Dif. 03-04***	***Dif. 80-04***	***m/año***
193030014	7,6	25,53	23,32	-2,21	-17,93	-0,75
193030086	sin datos	35,07	32,79	-2,28	sin datos	sin datos
193040040	10,46	33,25	30,91	-2,34	-22,79	-0,95
193080012	17,37	36,1	33,82	-2,28	-18,73	-0,78
193130005	13,87	27,41	26,79	-0,62	-13,54	-0,56
202940011	3,08	34,4	31,67	-2,73	-31,32	-1,31
202970005	16,15	45,67	43,00	-2,67	-29,52	-1,23
203030001	28	53,67	50,96	-2,71	-25,67	-1,07
203040001	27,33	59,34	57,40	-1,94	-32,01	-1,33
212910019	21,21	54,23	51,38	-2,85	-33,02	-1,38
212930008	3,38	16,02	16,19	0,17	-12,64	-0,53
222830001	26,97	40,75	40,68	-0,07	-13,78	-0,57
222880011	13,92	31,23	30,31	-0,92	-17,31	-0,72
222940080	10,22	27,98	26,87	-1,11	-17,76	-0,74
222960021	56,24	86,46	84,63	-1,83	-30,22	-1,26
MEDIA				-1,76	-22,59	-0,94

P.N.P. 80 : Profundidad del nivel piezométrico en 1980.

Cuadro 1.- Medidas de nivel en piezómetros representativos de la Unidad Hidrogeológica 04.04 (Mancha Occidental)

Con las medidas efectuadas en las campañas de aguas altas de los años 2003 y 2004, de la red piezométrica del IGME en la Unidad, se han elaborado los mapas de isopiezas correspondientes, con el objetivo de realizar la comparación entre ellos y con respecto al del año 1980. Asimismo se adjuntan el mapa de isodescensos correspondiente al período 1980-2004. La representación piezométrica indica una importante depresión que se extiende desde la zona central de la Unidad hasta su borde occidental, concretamente, para el año 2004**,** las máximas depresiones se producen en la zona situada entre Llanos del Caudillo y Villarta de San Juan, donde se mantienen cotas inferiores a 595 m, existe otra depresión importante en la zona norte de Daimiel con valores semejantes a los mencionados anteriormente. Esto provoca que el sentido del flujo subterráneo sea básicamente Nordeste-Sudoeste en la mitad oriental de la Unidad; mientras que en la mitad occidental las líneas de flujo adoptan una disposición radial desde los bordes hacia el interior de la depresión central. En el anexo II se recogen los mapas de isopiezas

correspondientes al período de aguas altas en los años 1980, 2003 y 2004; así como el mapa de isodescensos del período 1980-2004.

Se puede considerar la situación piezométrica no perturbada hasta 1975, aunque el esquema general de flujo consigue mantenerse hasta principio de los años 80, y reflejaba una disminución gradual de niveles de Este a Oeste con líneas de flujo subterráneo en sentido nordeste-sudoeste y con evidente conexión hidráulica entre los ríos, zonas húmedas y el acuífero. A partir de 1980 y hasta el momento actual, comienzan a formarse depresiones en la zona central de la Unidad, debido a los intensos bombeos, que se van acentuando de manera continua hasta 1995 en que se inicia una cierta recuperación, pero que en ningún caso incide en un acercamiento a las condiciones naturales de flujo de la Unidad. Esta depresión central se acentúa en el último periodo considerado 2003-2004.

El cambio en la superficie freática provoca que hacia 1984, en la zona Norte del Parque Nacional de las Tablas de Daimiel, el flujo tome un sentido NO-SE mientras que en la zona sur toma un sentido SE-NO invirtiendo el sentido del régimen no perturbado de flujo subterráneo y provocando la serie de afecciones sobradamente conocidas al Parque debido a la falta de drenaje de éste al acuífero.

4.3. Estimación de la variación de volumen de agua almacenado

Un cálculo orientativo de la magnitud de las reservas de agua de la Unidad Hidrogeológica 04.04 movilizadas permite estimar que en el período 1980-2004, considerado globalmente, podría haberse producido un vaciado de reservas equivalente a 2800 hm^3, resultante de un vaciado de 3.750 hm^3 en el período 1980-95, una recuperación de 1.750 hm^3 en el período 95-99 y de nuevo un vaciado de 800 hm^3 para el período 1999/04. Para dicha estimación se han utilizado las siguientes hipótesis simplificadoras:

- Se supone un descenso global para la Unidad Hidrogeológica en el período 1980-95 de 30 metros, una recuperación en el período 1995-99 de 14 metros y un descenso global de 22,5 m para el período 1980/04, que incluye un descenso medio de 1,76 m para el último período 2003/04.

- El volumen medio de reservas por cada metro de acuífero se estima en 125 hm^3/m. Ello implica, considerada una superficie permeable de 5.000 km^2 y un coeficiente de almacenamiento de 0,025.

En el gráfico 7 se presenta la evolución de la variación de reservas tomando como referencia el estado del acuífero en el año 1980.

Gráfico 7.- Evolución de la variación de reservas en la U.H. 04.04 Mancha Occidental.

5. EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA EN EL ENTORNO DEL PARQUE NACIONAL DE LAS TABLAS DE DAIMIEL

5.1 Evolución piezométrica registrada

Como se recoge en el cuadro 2 la red piezométrica del IGME en el entorno del PNTD está constituida por 21 piezómetros, 8 de los cuales tienen evolución histórica desde 1974. Estos 21 piezómetros se pueden dividir en dos grupos, el primero constituido por los puntos cercanos al PNTD (192960017, 192970002, 192980028, 193020011, 193020019 y 193020023) y los restantes, más alejados del entorno del Parque.

En el cuadro 2 se presentan los datos obtenidos en estos piezómetros, con la medida de profundidad de nivel piezométrico correspondiente al período de aguas altas (Febrero-Marzo) en los años 1980, 2003 y 2004, así como el cálculo de la variación de nivel entre determinados períodos y sus valores medios.

RED PIEZOMÉTRICA IGME EN EL ENTORNO DEL PNTD						
Nº Registro	P.N.P. 80	P.N.P. 04	P.N.P. 03	Dif. 80-04	m/año	Dif. 03-04
192960017	sin datos	7,30	6,86	sin datos	sin datos	-0,44
192970002	2,65	4,25	4,44	-1,60	-0,07	0,19
192980028	1,38	3,24	3,57	-1,86	-0,08	0,33
193020011	6,1	7,71	9,08	-1,61	-0,07	sin datos
193020019	2,13	3,06	4,60	-0,93	-0,04	1,54
193020023	sin datos	sin datos	6,68	sin datos	sin datos	sin datos
193030014	7,6	25,53	23,32	-17,93	-0,75	-2,21
193030086	sin datos	35,07	32,79	sin datos	sin datos	-2,28
193040040	10,46	33,25	30,91	-22,79	-0,95	-2,34
193050062	sin datos	11,26	11,01	sin datos	sin datos	-0,25
193060045	sin datos	23,46	sin datos	sin datos	sin datos	sin datos
193060084	sin datos	24,08	21,99	sin datos	sin datos	-2,09
193070005	sin datos	28,54	26,14	sin datos	sin datos	-2,40
193070030	16,71	34,92	32,95	-18,21	-0,76	-1,97
193070040	sin datos	37,27	35,40	sin datos	sin datos	-1,87
193070041	sin datos	25,49	sin datos	sin datos	sin datos	sin datos
193070042	sin datos	22,42	20,27	sin datos	sin datos	-2,15
193080012	17,37	36,10	33,83	-18,73	-0,78	-2,27
193080062	sin datos	33,02	30,75	sin datos	sin datos	sin datos
193080063	sin datos	37,21	34,95	sin datos	sin datos	-2,26
193080064	sin datos	39,73	37,65	sin datos	sin datos	-2,08
MEDIA				-10,46	-0,44	-1,41

P.N.P. 80 : Profundidad del nivel piezométrico en marzo 1980.

Cuadro 2.- Medidas de nivel en piezómetros situados en el entorno del Parque Nacional de las Tablas de Daimiel

Los piezómetros cercanos reflejan una evolución que está en relación con la superficie inundada del Parque, que depende a su vez de las aportaciones a través del Acueducto Tajo-Segura y de los bombeos que se hacen desde el propio Parque para mantener la superficie inundada. En concreto, los piezómetros 192970002, 192980028 y 193020019 experimentan un ascenso de 0,19, 0,33 y 1,54 m respectivamente con respecto a la medida realizada en la misma época del año anterior. Estos ascensos no responden a la evolución hidrogeológica del acuífero sino que, debido a su situación muy próxima al cauce del río Cigüela, por donde discurre el caudal aportado por el trasvase, se produce un domo de recarga limitado al entorno del cauce. El agua del trasvase comenzó a derivarse a principios de febrero de 2004 y las medidas piezométricas en estos puntos se realizaron entre el 22 y el 23 de marzo. El otro piezómetro (192960017), algo más alejado del cauce, experimenta un descenso de 0,44 m.

Los puntos más alejados del Parque experimentan un descenso ligeramente mayor que el resto de la Unidad. Así, para el período 2003/2004 el descenso en los 12 puntos con datos es de 2,01 m, mientras que el global para la Unidad se sitúa en 1,76 m.

Cabe destacar de forma singular el punto 193040040, situado en las proximidades de los Ojos del Guadiana, y que da una idea de la evolución seguida por esta salida natural. En el anexo I se puede observar su evolución histórica, con un descenso continuado desde 1980 hasta 2004 de 22,75 m.

5.2 Comparación con los niveles del periodo anterior

En el cuadro 3 se comparan los valores correspondientes a los últimos periodos analizados:

VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DEL NIVEL PIEZOMÉTRICO EN LOS PERIODOS 2002/03 Y 2003/04		
	Periodo 2002/2003	Periodo 2003/2004
Media de los piezómetros representativos U.H. 04.04	-1,33	-1,76
Media de los piezómetros cercanos al PNTD	-0,48	-0,44
Media de los piezómetros alejados del PNTD	-1,06	-2,01
Piezómetro 193040040	-0,99	-2,34

Cuadro 3.- Valores medios de la variación de la profundidad del nivel piezométrico para los periodos 2002-2003 y 2003-2004.

El análisis de los datos comparativos de los periodos citados permite exponer las siguientes consideraciones:

1. En el conjunto de toda la unidad han continuado los descensos habiendo resultado algo mayores que en el año anterior.

2. En el periodo 1980/2003 el descenso medio para el conjunto de la Unidad era de 20,87 m, mientras que para 1980/2004 desciende hasta 22,59 m, manteniéndose una clara tendencia descendente.

3. El punto 193040040, situado en las proximidades de los Ojos del Guadiana, continúa descendiendo con un ritmo ligeramente superior al del año anterior.

6. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS PERIODOS DE AGUAS ALTAS Y AGUAS BAJAS

En el cuadro 4 se resume los valores de profundidad de nivel piezométrico obtenidos en los periodos de aguas altas y aguas bajas para los años 2002 y 2003, así como la diferencia de nivel entre ambas situaciones para cada uno de los piezómetros considerados como más representativos de la Unidad.

Lógicamente, la comparación de estas campañas para un mismo año presenta siempre como diferencia un valor negativo. Los valores medios obtenidos de diferencia de nivel entre el periodo de aguas altas y el de aguas bajas para los años 2002 y 2003 son respectivamente: 3,18 y 3,74 m.

Nº DE REGISTRO	P.N.P. AGUAS ALTAS 2002(marzo)	P.N.P. AGUAS BAJAS 2002(sep-oct.)	DIFERENCIA 2002	P.N.P. AGUAS ALTAS 2003(marzo)	P.N.P. AGUAS BAJAS 2003(sep-oct.)	DIFERENCIA 2003
193030014	22,33	26,22	-3,89	23,32	28,25	-4,93
193030086	32,00	35,4	-3,40	32,79	37,37	-4,58
193040040	29,92	33,6	-3,68	30,91	35,73	-4,82
193080012	32,82	36,43	-3,61	33,82	38,93	-5,11
193130005	25,56	29,04	-3,48	26,79	29,58	-2,79
202940011	30,24	34,89	-4,65	31,67	36,72	-5,05
202970005	41,82	45,19	-3,37	43,00	47,79	-4,79
203030001	49,62	54,77	-5,15	50,96	56,55	-5,59
203040001	56,27	59,44	-3,17	57,40	63,16	-5,76
212910019	49,83	53,86	-4,03	51,38	56,65	-5,27
212930008	15,81	16,2	-0,39	16,19	16,48	-0,29
222830001	40,03	40,86	-0,83	40,68	41,25	-0,57
222880011	28,46	31,19	-2,73	30,31	32,56	-2,25
222940080	24,83	28,09	-3,26	26,87	29,86	-2,99
222960021	81,12	83,19	-2,07	84,63	85,95	-1,32
MEDIA			-3,18			-3,74

Cuadro 4.- Variaciones de nivel entre las situaciones de aguas altas y aguas bajas en los años 2002 y 2003.

7. CONCLUSIONES

1. Durante los últimos 24 años se ha producido un descenso generalizado de los niveles piezométricos en la Unidad, que podría cifrarse, como valor medio, en unos 22,6 metros. Se estima que dicho descenso equivale a un vaciado de reservas de 2.800 hm^3.

2. El ritmo de descenso no ha sido uniforme, pudiendo diferenciarse las siguientes etapas: la primera de 1980 a 1988 con un descenso medio equivalente a 1,8 metros/año; una segunda etapa de descensos más pronunciados entre 1988 y 1995, que engloba un período de sequía y los máximos valores de explotación, en que se alcanza un descenso medio de 2,3 metros/año y un período de 1995-1999, que engloba la secuencia húmeda comprendida entre los años hidrológicos 1995/96-1997/98, en que se observa una recuperación del nivel piezométrico en torno a 2,5 metros/año. A partir de esta etapa se inicia una nueva fase de descenso, produciéndose de 1999/00 a 2003/04 un descenso medio acumulado de casi 7 m, equivalente por tanto a 1,75 metros/año.

3. El descenso medio de nivel registrado en la Unidad en el periodo actual, 2003/04, resulta algo mayor que el del anterior (1,33 m de descenso en 2002/03 y 1,76 m en 2003/04). No obstante, en la mayoría de los puntos, se observa una ligera tendencia al ascenso, a partir del mes de abril de 2004, como consecuencia del incremento de la precipitación en los meses de abril, mayo y junio de 2004, sin que esta pequeña recuperación parcial suponga una inversión de la tendencia general de los últimos años.

4. En el entorno del Parque Nacional de las Tablas de Daimiel se ha producido asimismo un descenso generalizado de los niveles piezométricos. La diferencia entre los periodos de aguas altas 2003 y 2004 presenta una disminución de nivel de 1,41 m, si bien algunos de los valores de nivel obtenidos en esta campaña están influenciados por el domo de recarga producido por el aporte hídrico procedente del Trasvase Tajo-Segura, por lo que el descenso medio resultará algo mayor.

Los autores del informe:

Fdo.: Miguel Mejías Moreno Fdo.: Fco. Javier Roncero Pinar Fdo.: Raúl Rodríguez Martín

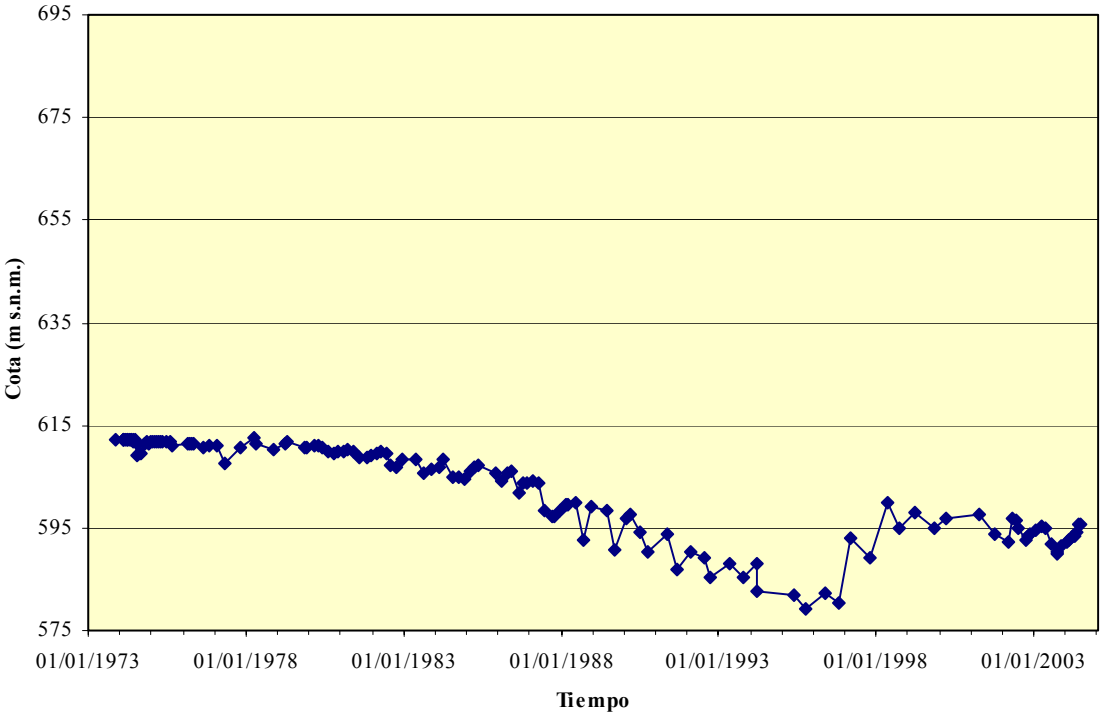
Vº Bº
El Director de Hidrogeología
y Aguas Subterráneas

Fdo.: Juan Antonio López Geta

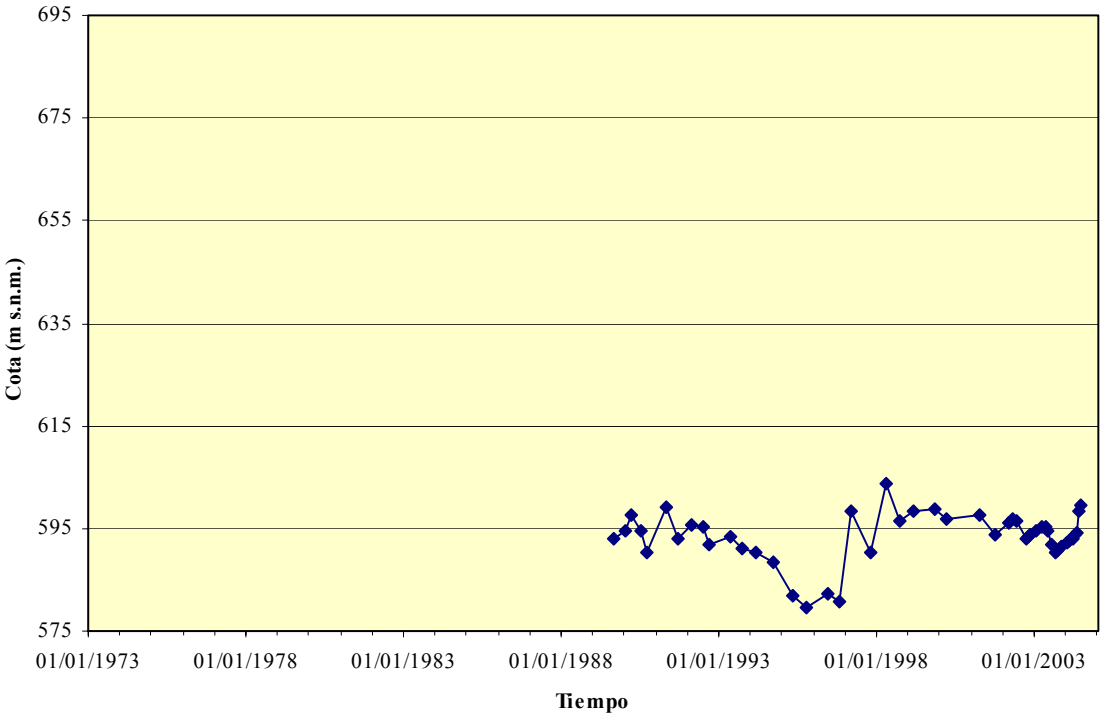
ANEXO I

EVOLUCIÓN DE NIVELES EN LOS PIEZÓMETROS REPRESENTATIVOS

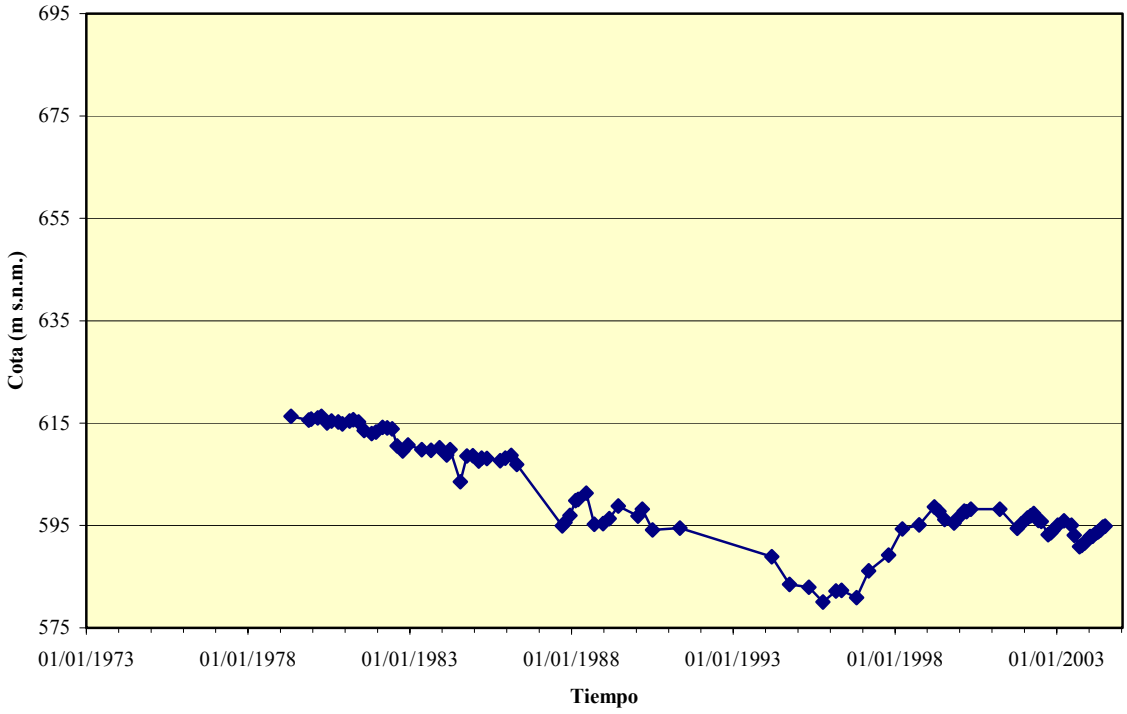
193030014



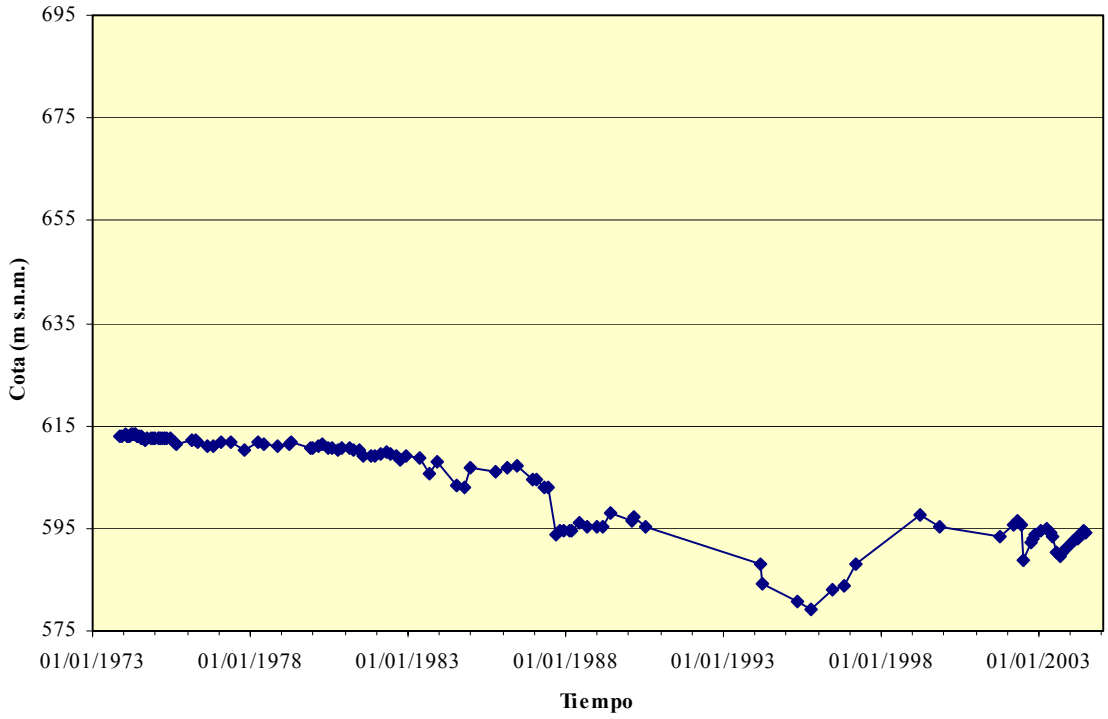
193030086



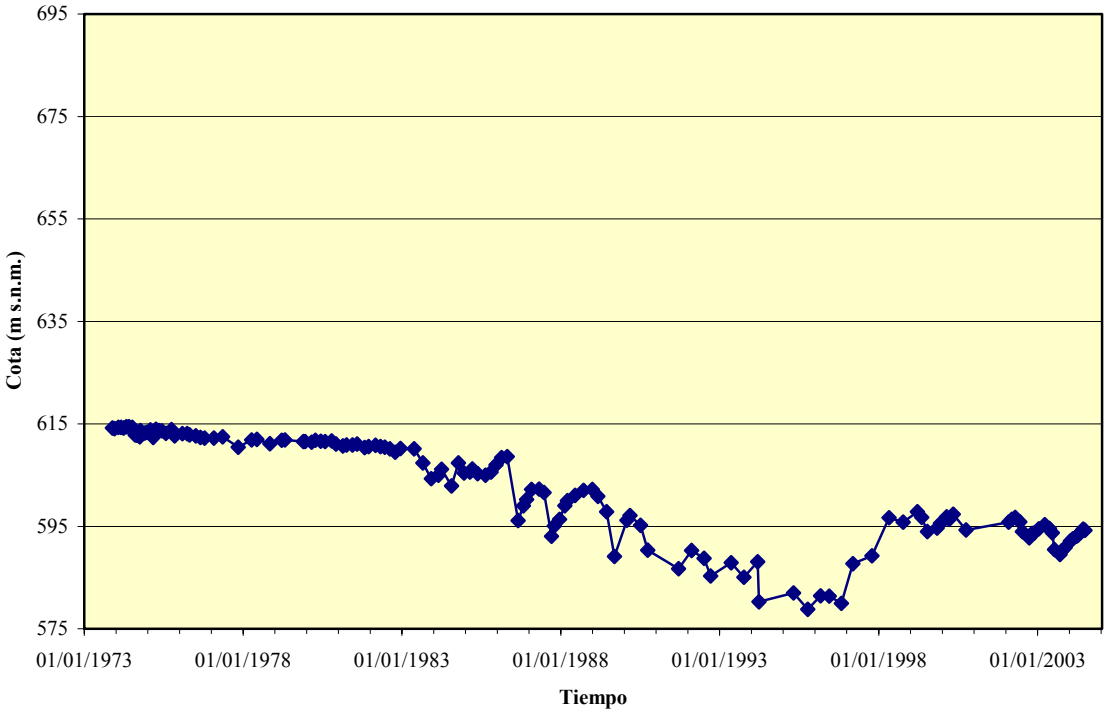
193040040



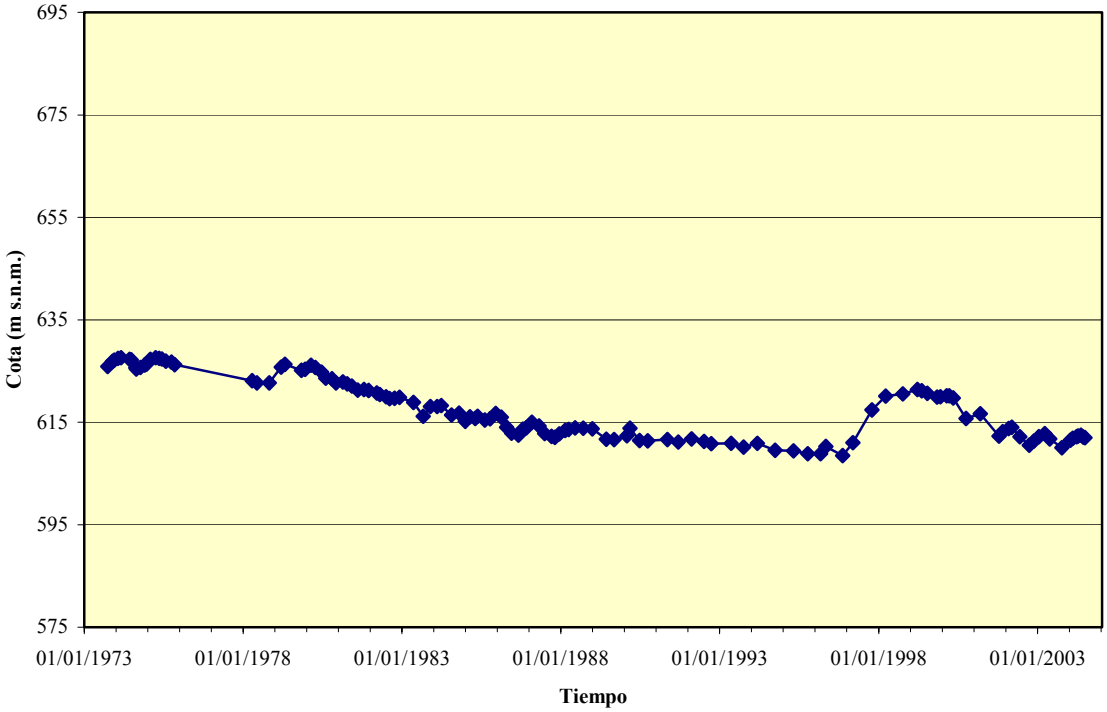
193070030



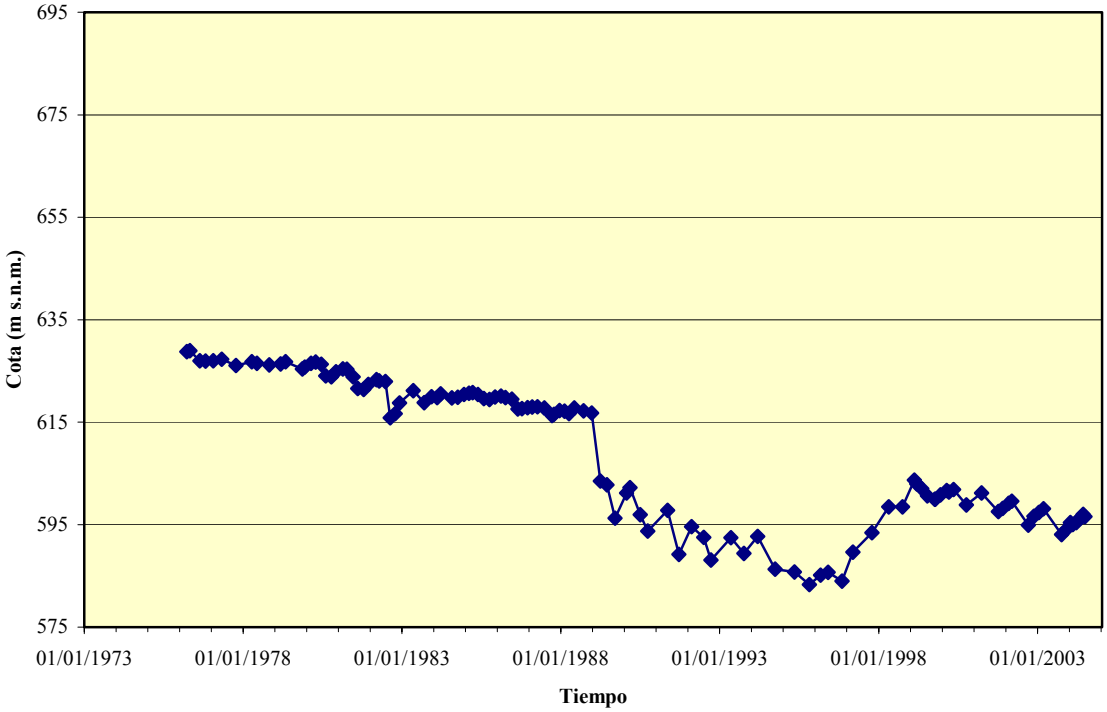
193080012



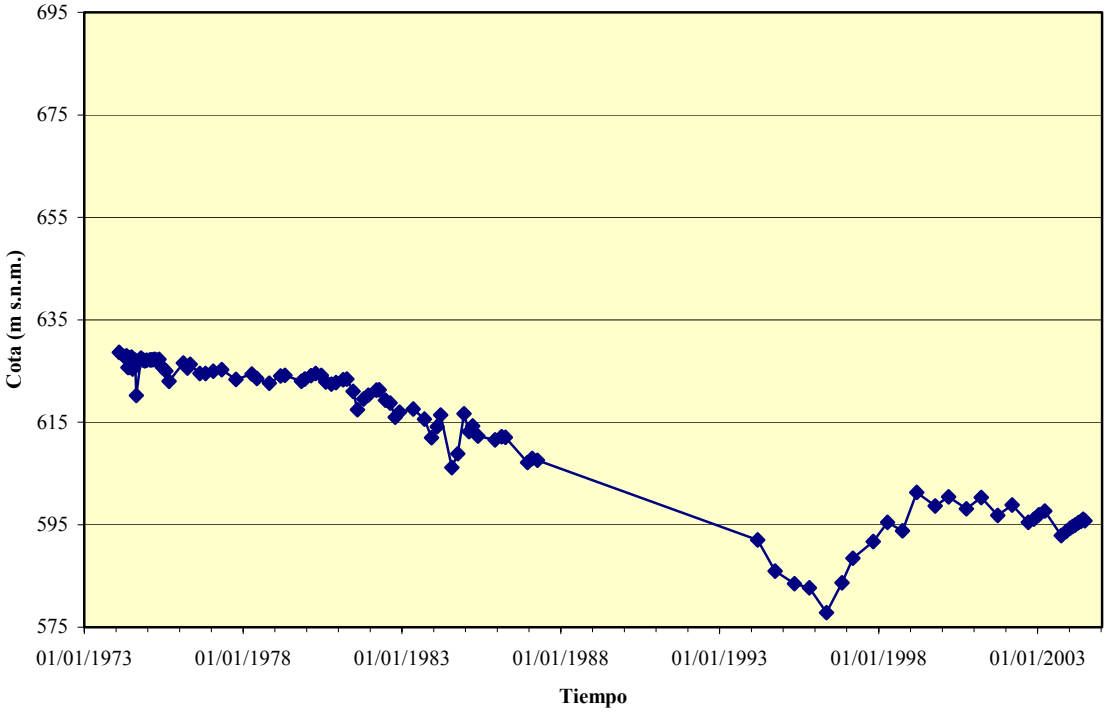
193130005



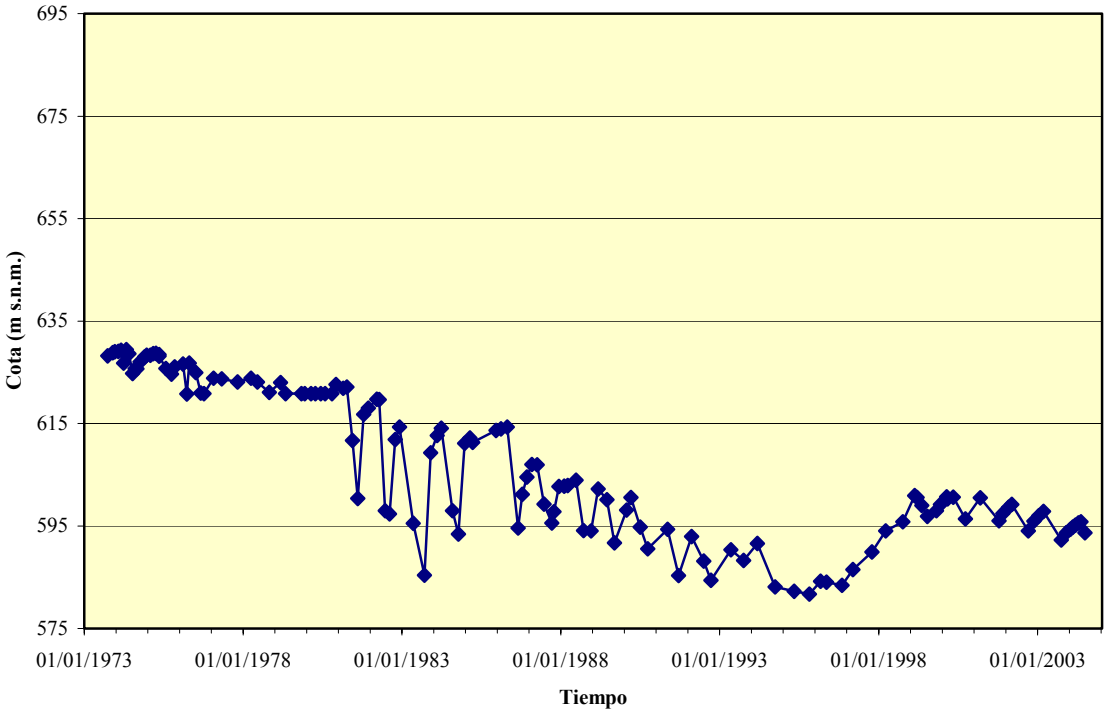
202940011



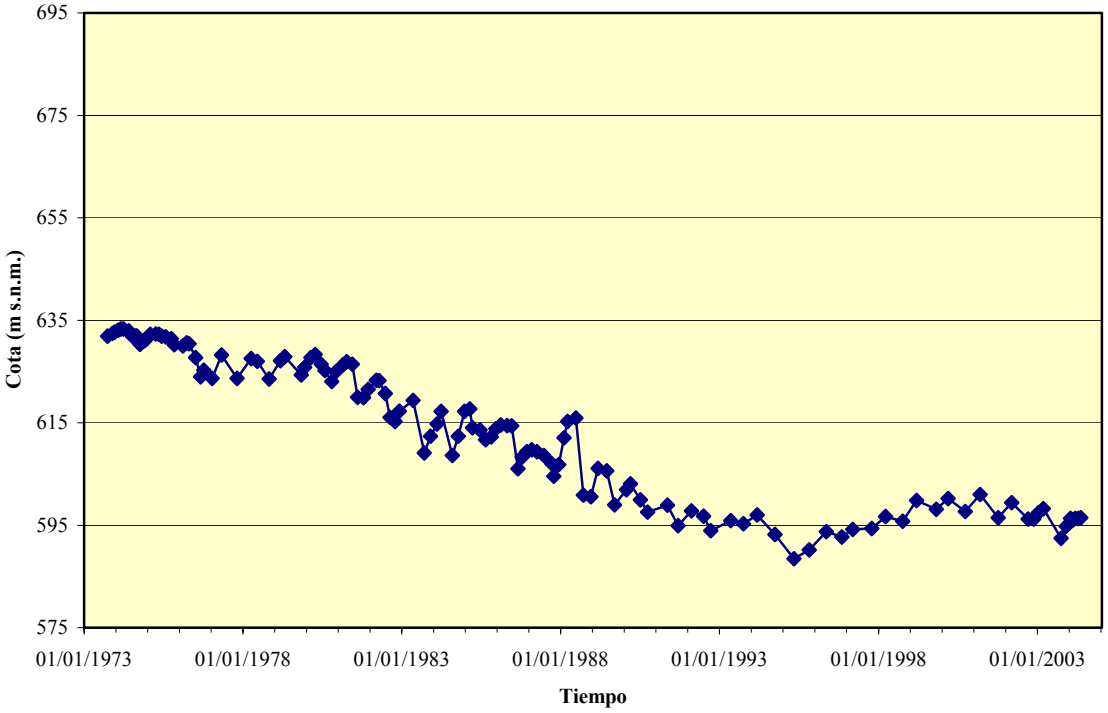
202970005



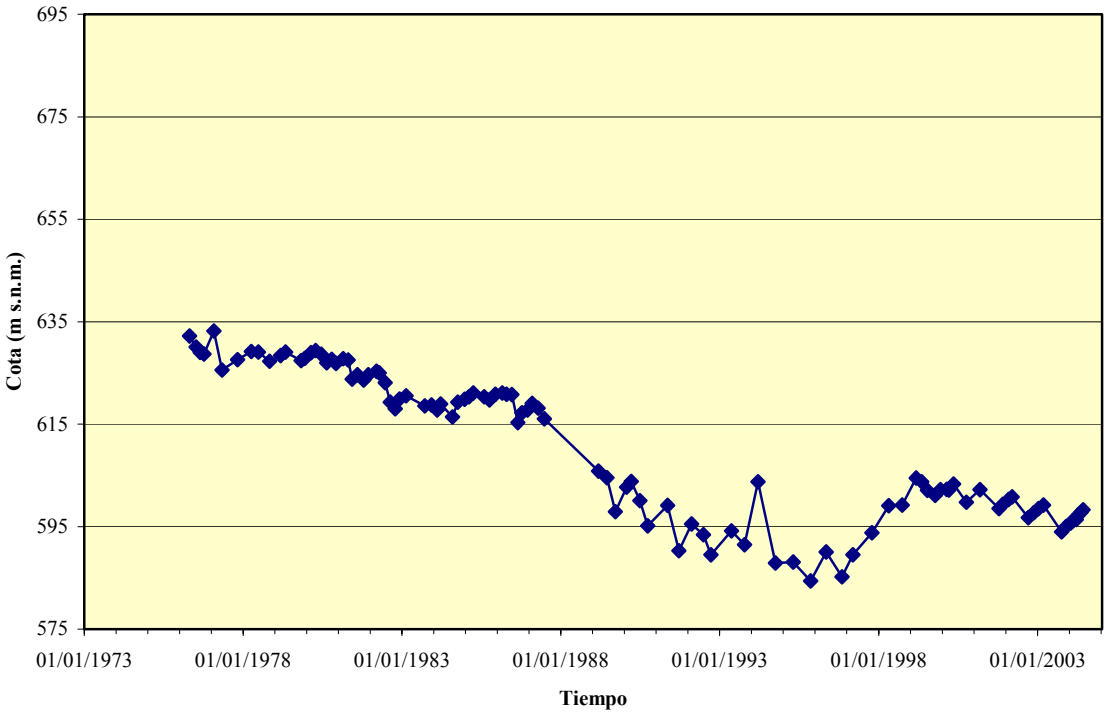
203030001



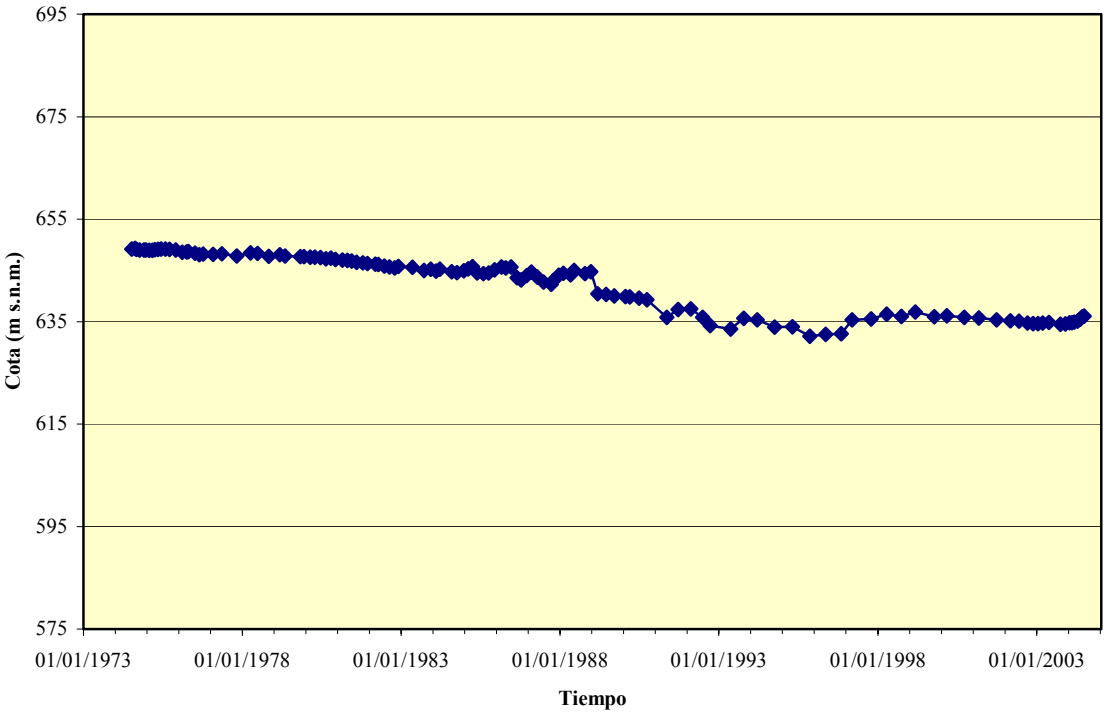
203040001



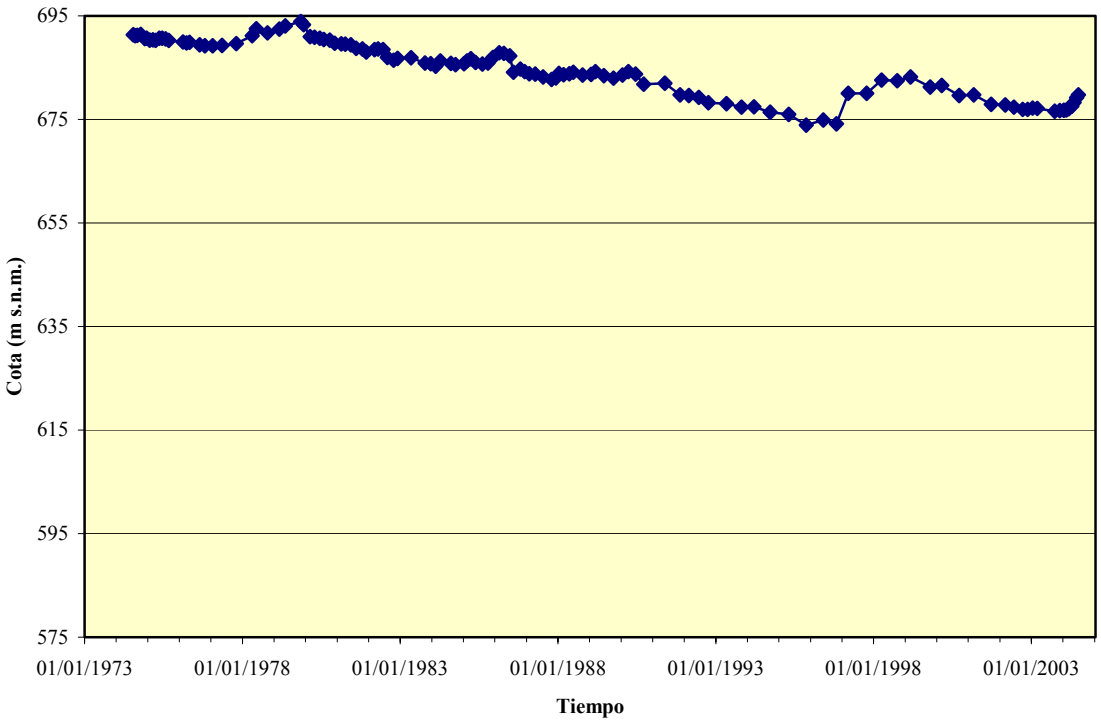
212910019



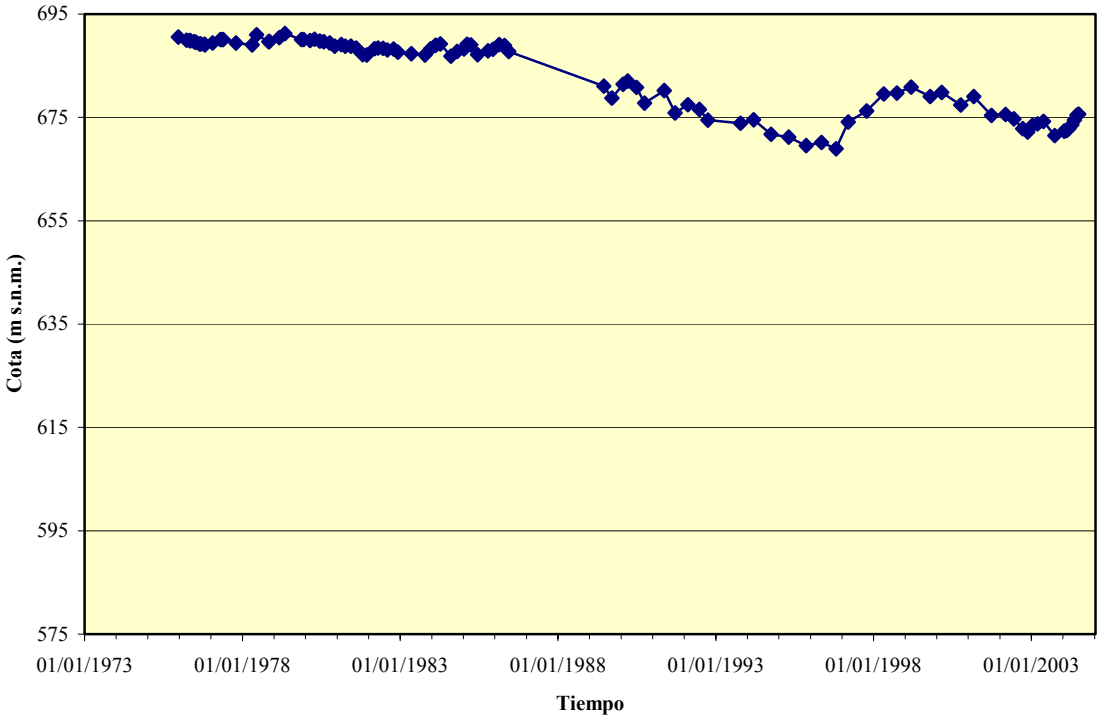
212930008



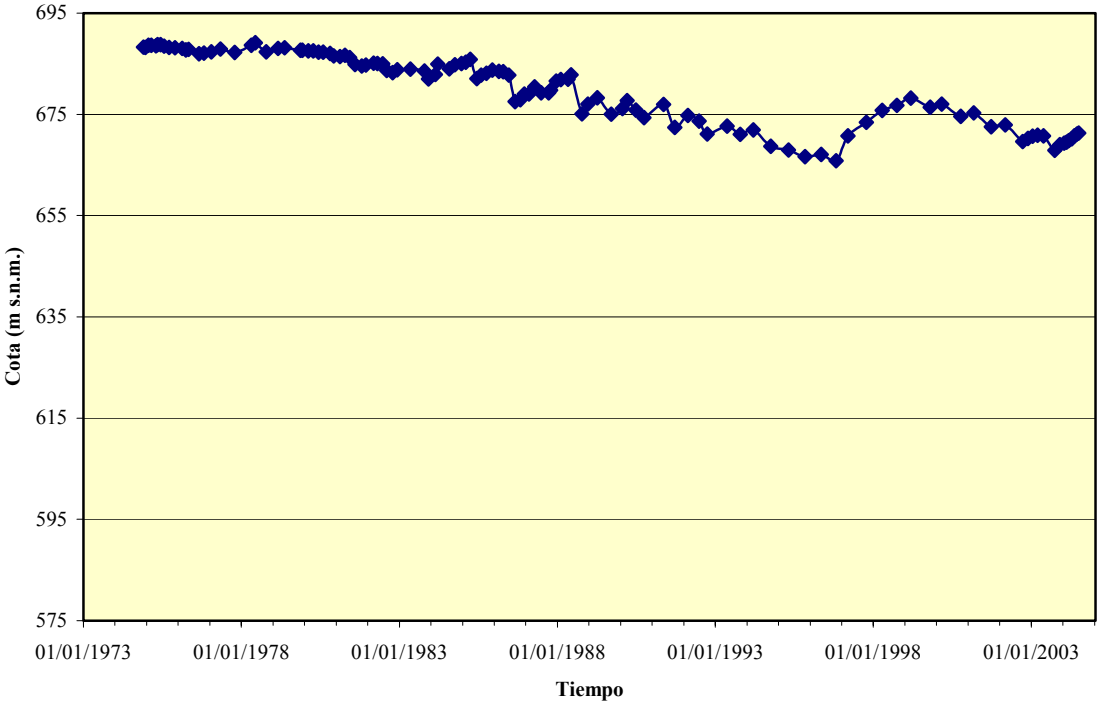
222830001



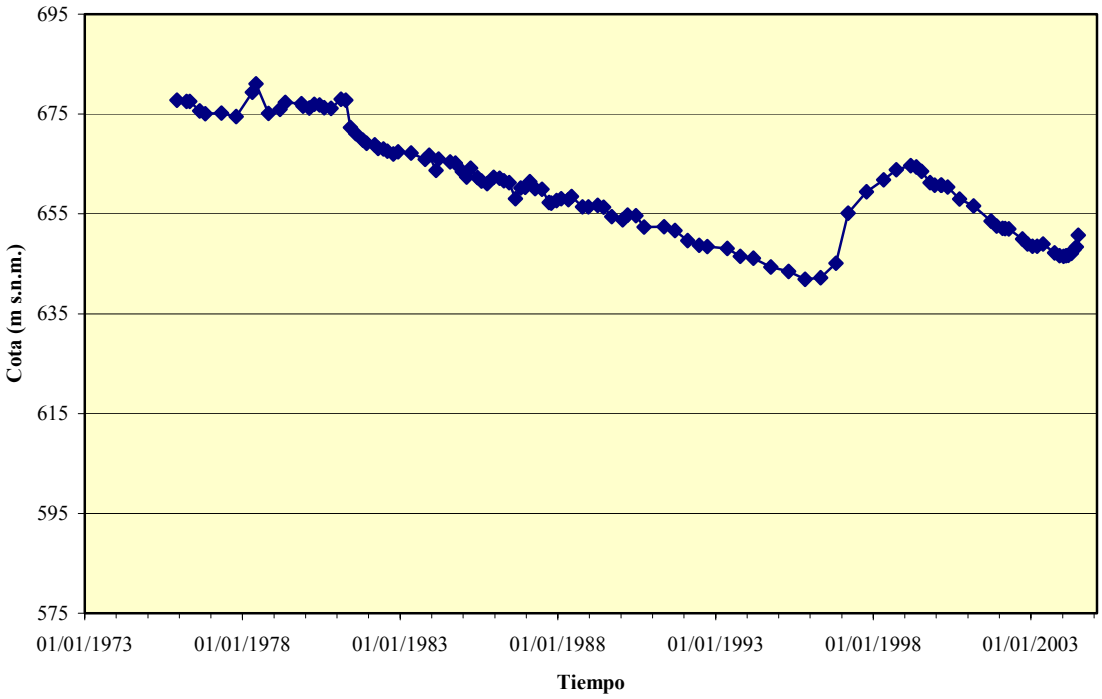
222880011



222940080

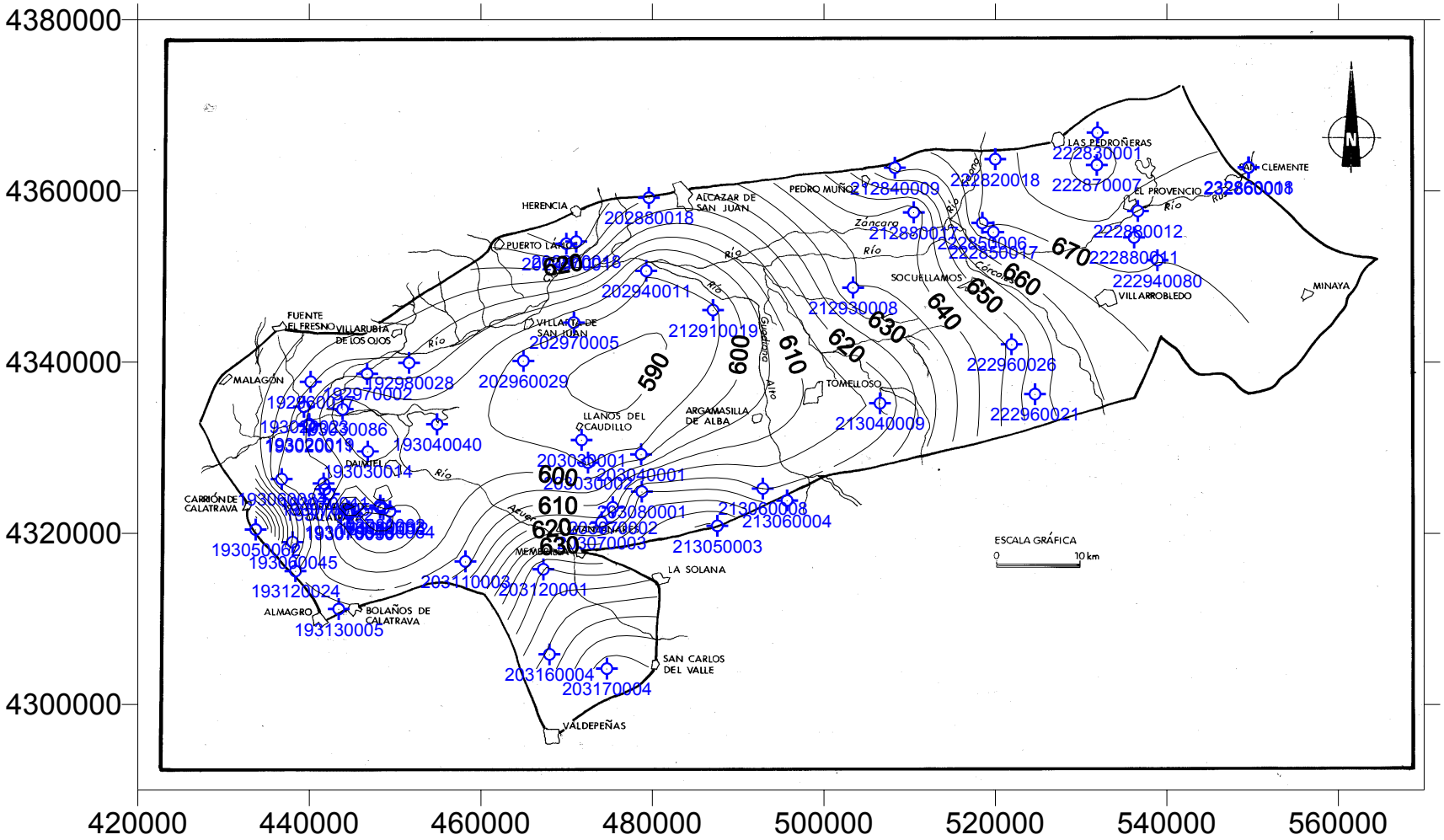


222960021

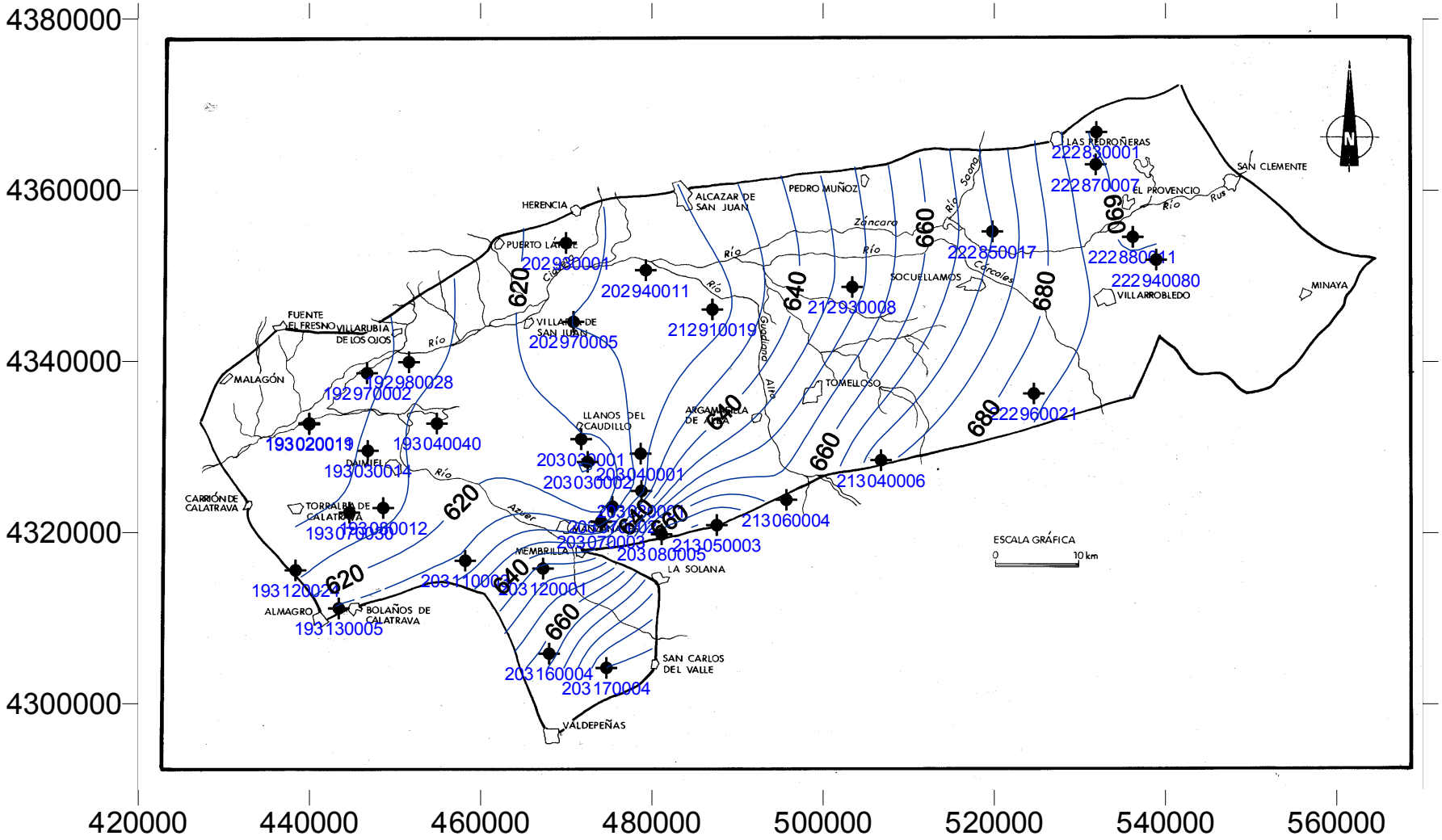


ANEXO II
MAPAS DE ISOPIEZAS CORRESPONDIENTES AL PERÍODO DE AGUAS ALTAS EN LOS AÑOS 1980, 2003 Y 2004. MAPA DE ISODESCENSOS CORRESPONDIENTE AL PERÍODO 1980-2004

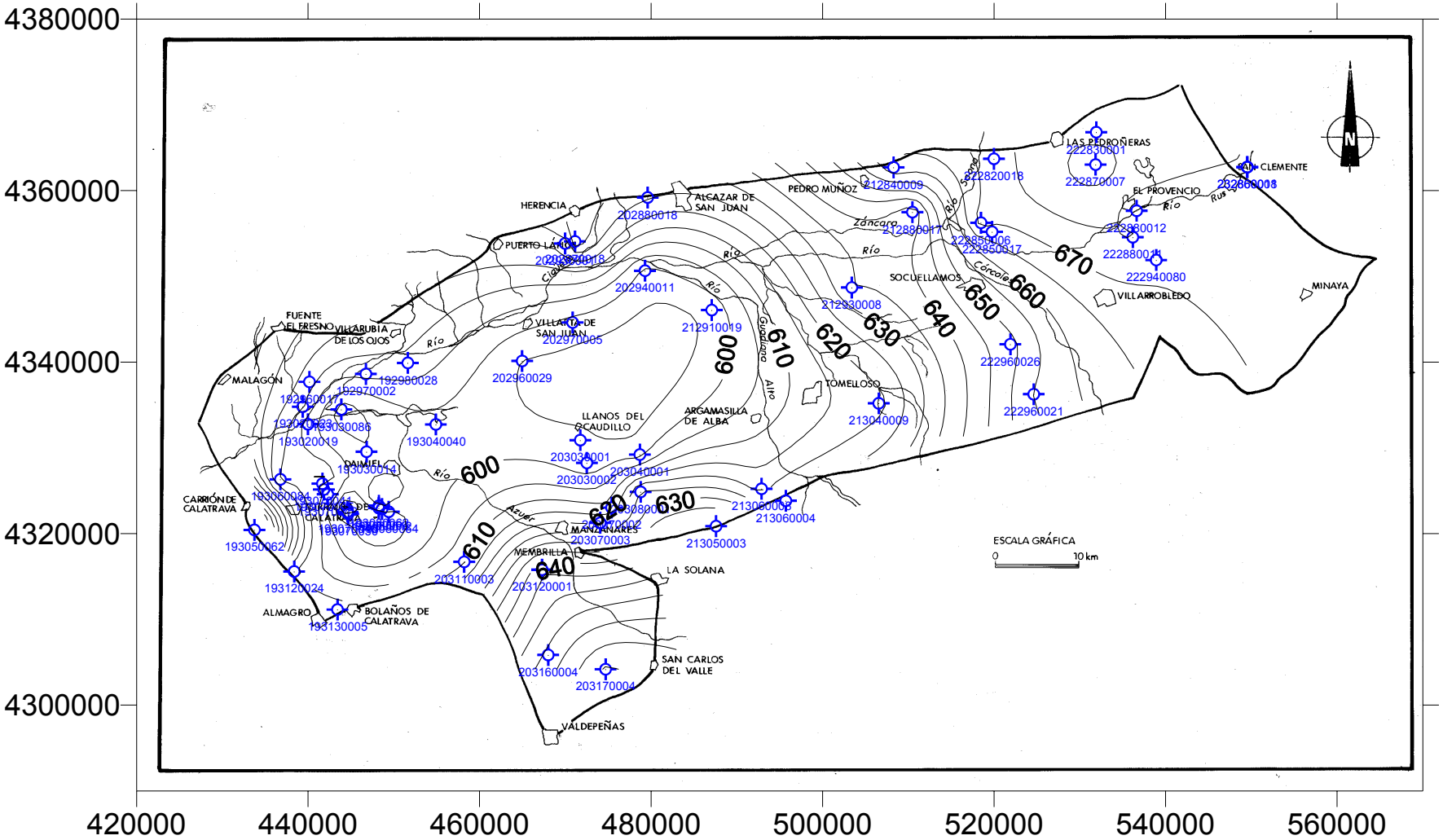
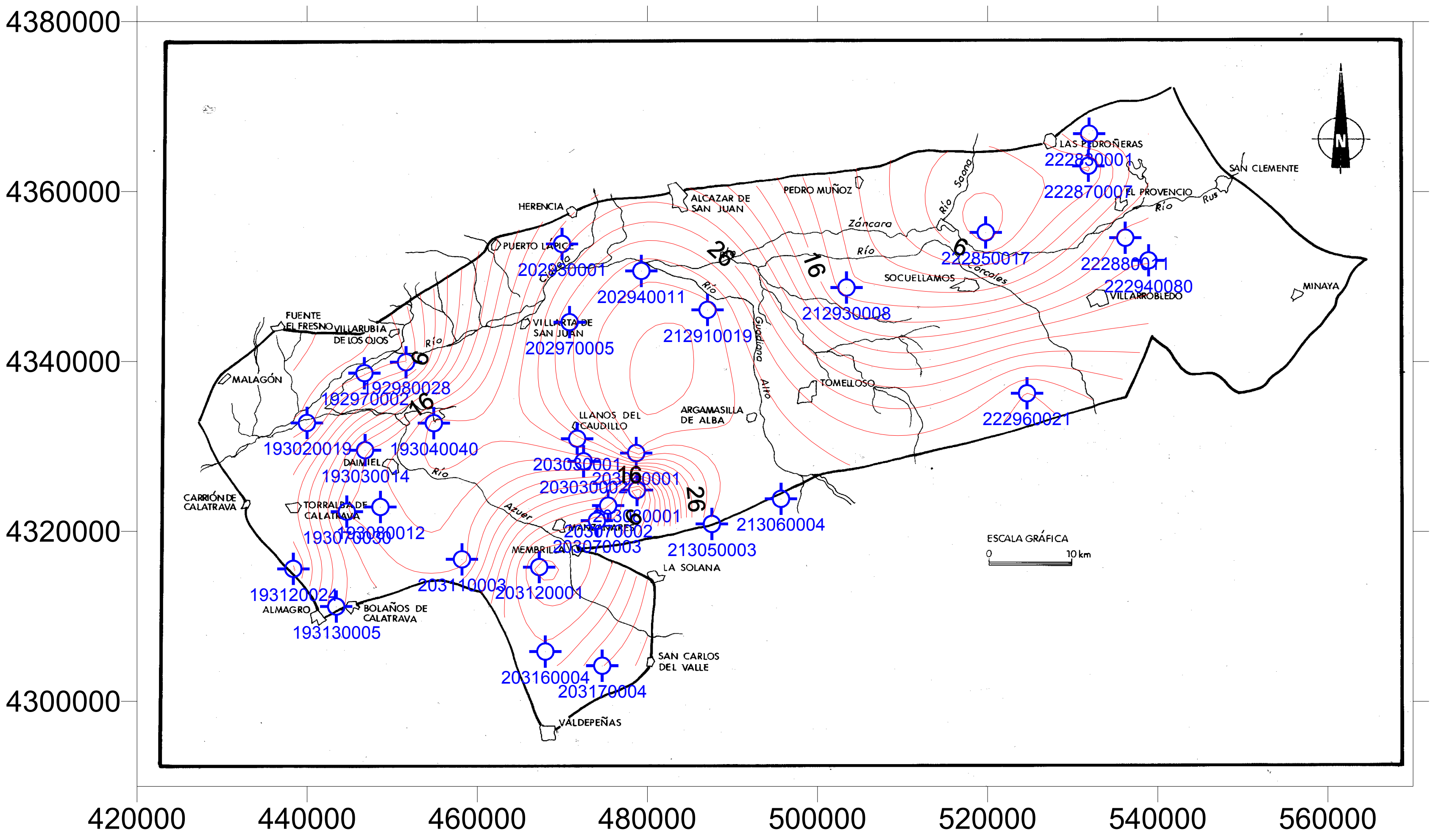
MAPA DE ISOPIEZAS MARZO 2004



MAPA DE ISOPIEZAS MARZO 1980



MAPA DE ISOPIEZAS MARZO 2003



MAPA DE ISODESCENSOS 1980-2004