

**DATOS REFERENTES AL CONTROL DE LA EXPLOTACION DEL ACUIFERO
DETRITICO DEL RIO VERDE. ALMUÑECAR (GRANADA)**

1. Resumen

2. El Valle del Río Verde

3. El acuífero

4. Trabajos efectuados

5. Resultados

6. Conclusiones

TIAC'88. Tecnología de la Intrusión en Acuíferos Costeros
Almuñécar (Granada, España). 1988

DATOS REFERENTES AL CONTROL DE LA EXPLOTACION DEL ACUIFERO
DETRITICO DEL RIO VERDE. ALMUÑECAR (GRANADA)

Antonio MOLINA COBOS

José Maria DIAZ CASTRO

Juan A. ROSILLO MONTALBAN

CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL SUR DE ESPAÑA

1.- RESUMEN

Se presenta en este trabajo una síntesis de los resultados obtenidos de la explotación de una red piezométrica construida para el control del acuífero del río Verde, en Almuñécar.

Con esta red se ha llegado a un mejor conocimiento de la geometría, materiales y sobre todo, de su funcionamiento hidrogeológico.

Ello ha venido a poner de relieve las difíciles condiciones de explotación del recurso y, por otra parte, el modelo de seguimiento adoptado - permite anticiparse en el tiempo en orden a la adopción de precauciones ante la intrusión marina.

2.- EL VALLE DEL RIO VERDE

El río Verde se inicia en las estribaciones de Sierra Almijara. La cuenca vertiente tiene una superficie de 96 Km². La longitud del cauce es de 24 Km.

Estrecho y pendiente en su tramo superior, el río comienza a formar pequeñas terrazas aluviales entre Cázulas y Otivar. En Jete el valle se ensancha, formando una pequeña vega, para formar aguas abajo un ensanchamiento de la zona aluvial que forma la amplia vega de Almuñécar.

Las terrazas del valle bajo fueron de antiguo terrenos de cultivo de caña de azúcar, viñas, algodón y nuevamente caña de azúcar, para dar paso finalmente, a principios del siglo actual, a los cultivos subtropicales, representados en principio por el chirimoyo, más tarde por el aguacate y en los últimos años por otras especies más exóticas.

Se extendió este tipo de cultivos fuera de las llanuras bajas, mediante abancalamientos de los montes, impulsiones de agua de cientos de metros, todo ello obra de pequeños agricultores quienes, con poca ayuda y esca-

Los medios, han logrado crear una de las zonas más amplias del mundo para este tipo de cultivo. Nosotros hemos medido sobre fotografías aéreas recientes la zona regable que se abastece del río Verde, que asciende a 2.500 Has.

3.- EL ACUIFERO

A medida que se ha ido ampliando la zona abastecida con aguas del río Verde, han sido las de procedencia subálveas las que han venido a satisfacer el incremento de demanda.

La Comisaría de Aguas del Sur ha realizado una red piezométrica en los acuíferos de los ríos Verde y Seco, en el año 1984. Se ejecutaron 32 sondeos -28 en el Verde y 4 en el Seco-, alcanzándose en todos ellos el sustrato metamórfico, lo que nos permite un conocimiento, aunque solo sea aproximado, de la geometría de los mismos. La red piezométrica se extiende, para el Verde, desde Jete hasta el mar y para el Seco sólo a la zona situada a 1 Km. de la desembocadura. La toponimia adoptada responde al número de la clasificación decimal del río Verde -283- seguido del correspondiente al piezómetro --tro.

Las profundidades obtenidas alcanzan sus valores más altos desde el Barranco de Itrabo -50 m- hasta el mar, -78 m- aguas arriba del Paseo Marítimo. La topografía del sustrato encontrada aparece como bastante accidentada y viene a coincidir con la ya conocida por Fernández-Rubio, Benavente y Pulido, recogida en el Estudio Hidrológico de los ríos Verde y Seco, redactado en 1982.

Hemos cubicado el volumen de material aluvial que define el acuífero, que en la zona investigada, es decir, entre Jete y el mar arroja 35 Hm³. y entre el barranco de Itrabo y el mar 33 Hm³.

Tres de los sondeos -3, 5 y 17- se han ejecutado con sondas rotativas, lo que ha permitido extraer el testigo continuo, del que se han ensayado en el laboratorio 14 muestras. Los ensayos realizados han sido sólo de --identificación, es decir:

- 14 análisis granulométricos
- 11 comprobaciones de plasticidad
- 3 límites de Atterberg

El corte estratigráfico corresponde a un depósito detrítico de arenas, limos y algo de grava. Son materiales no plásticos en su mayor parte. - Solamente se ha detectado un nivel de limos poco plásticos a 40 m. en el sondeo nº 3 y otro de arcillas de baja plasticidad a 34-41 m. en el fondo del sondeo nº 13.

4.- TRABAJOS EFECTUADOS

El incremento de las extracciones a que se venía sometiendo el --acuífero aconsejó, allá por el año 1977, establecer algún sistema de control de niveles. Para ello, lo inmediato fué seleccionar de entre los pozos existentes una red que fuese representativa. Se escogieron unos cuarenta puntos de agua sobre los que se efectuaron mediciones mensuales, cuyos datos se conservan.

Aún a sabiendas de que la información así obtenida no es del todo fiable, debido fundamentalmente a tratarse de pozos en explotación y no de --verdaderos piezómetros, sí vino a detectar unos descensos progresivos de los

niveles que acusaban ya una explotación de las reservas del acuífero, con la consiguiente salinización que se presentaría en años sucesivos.

Un paso más en orden a crear una infraestructura que permitiese -- una explotación del acuífero más afinada llevó al Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo a la ejecución de la red piezométrica a que nos hemos referido con anterioridad.

La explotación de la red se ha organizado de tal manera que los datos obtenidos nos permitan conocer las condiciones del acuífero, en cuanto a cantidad y calidad del recurso, y de ahí poder establecer una estrategia en cuanto a las extracciones a efectuar en un futuro próximo.

Para ello se realizan las siguientes labores:

- Mensualmente se miden manualmente los niveles del agua en todos los piezómetros instalados.

En los puntos 8, 11 y 30 se han instalado sendos limnigrafos que proporcionan un registro continuo de niveles.

- En los puntos 2, 4, 5, 7, 9, 14, 19 y 21 se toman mensualmente muestras de agua a distintas profundidades para su análisis. Los parámetros que se determinan fundamentalmente son conductividad y cloruros.

- Los resultados, tanto de las mediciones de niveles como de las determinaciones de calidad, se llevan a las correspondientes fichas. Estas fichas se archivan convenientemente y los datos más importantes se publican anualmente por el Centro de Estudio Hidrográficos.

- La elaboración de estos datos nos permite dibujar los correspondientes planos de isopiezas y curvas de isosalinidad para diferentes épocas del año o situaciones concretas de consumo.

5.- RESULTADOS

Como hemos visto, la mayor parte del acuífero se encuentra en la zona inferior del cauce, concretamente de Torrecuevas hacia la desembocadura. Es por ello por lo que hemos intensificado nuestras observaciones en esta zona, tanto en cuanto a niveles como a calidad se refiere.

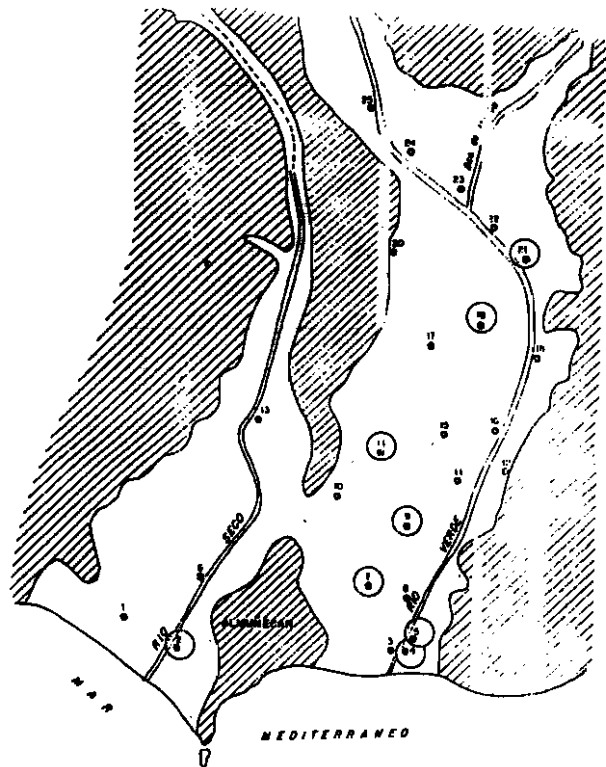
Se incluyen los planos de isopiezas correspondientes a una serie de años, que nos van a dar idea acerca de la evolución del acuífero, en función de las aportaciones y las demandas en cada época.

FECHA	MAYO 1974
Pluviometría en Lentejé	657,3 mm.
Aportación en Cázulas	7,90 Hm3.
Aportación estimada total	12 Hm3.
Demanda regadíos (700 Has) estimadas	5 Hm3.
Demanda abastecimiento estimada	1,3 Hm3.

A la altura del barranco de Itrabo tenemos 10 m. sobre el nivel -- del mar.

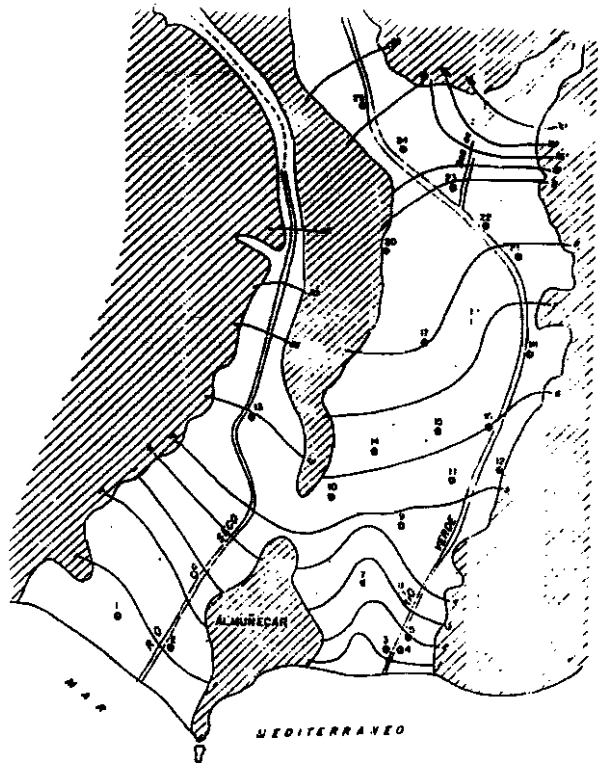
En la zona baja del acuífero tenemos un nivel mínimo de 1 m. s.n.m.

La curvatura de las isopiezas nos indica que el acuífero está llevando agua al mar.



RÉD DE CALIDAD

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100



ISOPIEZAS MAYO, 1974

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

FECHA	JULIO 1981
Pluviometría en Lentejé	518,1 mm.
Aportación en Cázulas	7,870 Hm3.
Aportación estimada total	12 Hm3.
Demanda regadíos (1.000 Has) estimadas	7 Hm3.
Demanda abastecimiento estimada	3 Hm3.

A la altura del barranco de Itrabo se insinua una depresión. Tenemos 1 m. s.n.m.

Algo más abajo, se inicia otra depresión del nivel. Puede corresponder a la zona de ubicación de los pozos que el Ayuntamiento de Almuñecar tiene establecidos en esa zona desde los años 1974 - 1976.

En la desembocadura hay 1 m. s.n.m.

FECHA	OCTUBRE 1981
-------------	--------------

En la desembocadura del barranco de Itrabo estamos prácticamente - al nivel del mar.

Inmediatamente aguas abajo aparece una depresión en los niveles, - de gran desarrollo, que alcanza cotas bajo el nivel del mar. Esta depresión corresponde a la mejor zona del acuífero que, a su vez, es la más explotada.

Se están bombeando las reservas.

FECHA	JUNIO 1984
Pluviometría en Lentejé	861,1 mm.
Aportación en Cázulas	11,175 Hm3.
Aportación estimada total	16 Hm3.
Demanda regadíos (1.500 Has) estimada	10 Hm3.
Demanda abastecimiento estimada	4 Hm3.

En la desembocadura del barranco de Itrabo estamos a 6 m. s.n.m.

En la zona intermedia, se insinua una depresión que puede corresponder a consumo urbano. Esta depresión tiende a propagarse hacia el Norte.

FECHA	FEBRERO 1985
Pluviometría en Lentejé	325,8 mm.

El acuífero ha recuperado algo sus niveles con respecto a Junio de 1984, pero no se puede decir que esté mejor que en aquella fecha.

FECHA	ABRIL 1985
Pluviometría en Lentejé	407,6 mm.

Las ispiezas denotan fuertes extracciones.

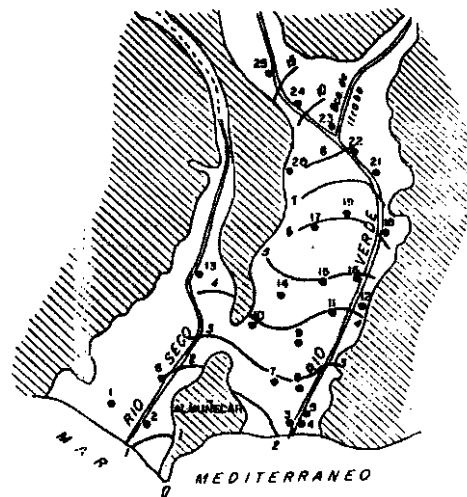
FECHA	JUNIO 1985
Pluviometría en Lentejé	461,4 mm.

Ya se ha alcanzado el nivel del mar en la zona intermedia. Tiende a formarse la depresión habitual. A partir de esta fecha la intrusión se inicia.



ISOPIEZAS JUNIO, 1984

0 400 800 1200 1600 2000



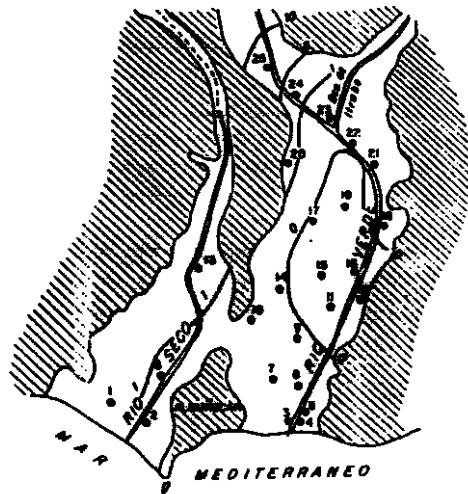
ISOPIEZAS FEBRERO, 1985

0 400 800 1200 1600 2000



ISOPIEZAS ABRIL, 1985

0 500m



ISOPIEZAS JUNIO, 1985

0 500m

FECHA AGOSTO 1985
 Pluviometría en Lentejé 461,4 mm.

Los valores negativos de los niveles llegan al barranco de Itrabo. El agua del mar está invadiendo el acuífero. Se marca la depresión habitual.

FECHA ENERO 1986
 Pluviometría en Lentejé 146,7 mm.

No hay niveles negativos. La curvatura de las isopiezas acusa fuertes retracciones del barranco de Itrabo hacia abajo, que deben ser para consumo urbano.

FECHA AGOSTO 1986

Los niveles son más bajos que en el estiaje del año anterior.

FECHA FEBRERO 1987
 Pluviometría en Lentejé 571,7 mm.

La situación ha mejorado con respecto al invierno de 1986. Se llega a 200 mg/litro en los pozos municipales. Los pozos de la zona baja presentan entre 1 y 3 g/litros de cloruros.

FECHA AGOSTO 1987
 Pluviometría en Lentejé 766,2 mm.
 Aportación en Cázulas 12,926 Hm3.
 Aportación total estimada 19 Hm3.
 Demanda regadíos (2.500 Has) estimadas 17 Hm3.
 Demanda abastecimiento estimada 5 Hm3.

Los niveles negativos han rebasado completamente el barranco de Itrabo.

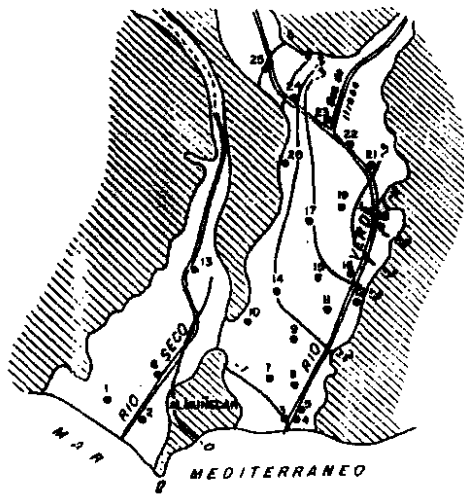
La zona intermedia -pozos municipales- tiene 1 gr/litro de cloruros.

Por otra parte, se incluyen los diagramas que recogen la variación del nivel y la conductividad en el tiempo para 5 piezómetros y un pozo en el que se ha instalado un limnógrafo.

PIEZOMETRO 283-4

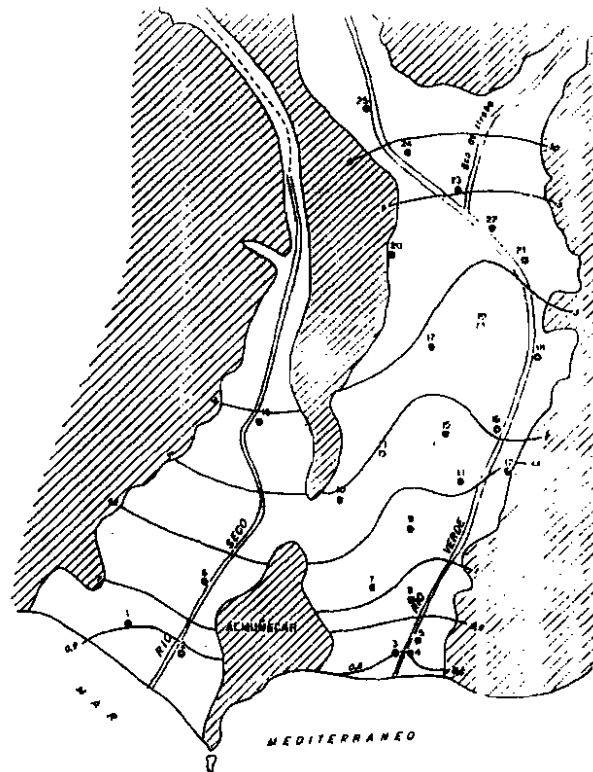
Los niveles mínimos se detectan sistemáticamente entre Julio y Noviembre, aunque preferentemente entre Agosto y Octubre, con un descenso máximo de 3 m. en 1983.

Es interesante destacar que, como norma, el descenso de niveles, -- que a partir de Marzo-Abril se produce de manera decidida, viene a anunciar un aumento sistemático de la conductividad 4 ó 5 meses después, que alcanzará su valor máximo en el mes de Noviembre, y un desfase entre los niveles mínimos y las conductividades máximas es del orden de 1 a 2 meses.



0 500m

ISOPIEZAS AGOSTO, 1985



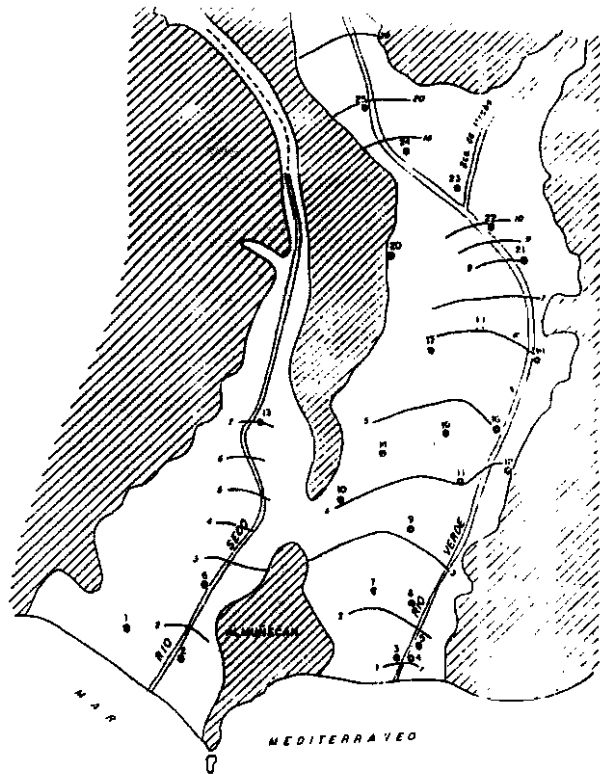
0 500m

ISOPIEZAS ENERO, 1986



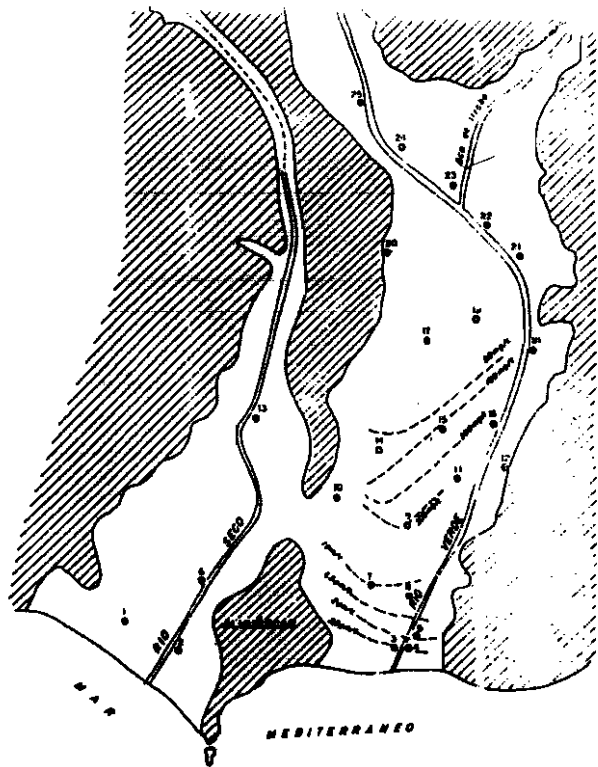
ISOPIEZAS AGOSTO, 1986

0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 550 600 650 700 750 800 850 900 950 1000



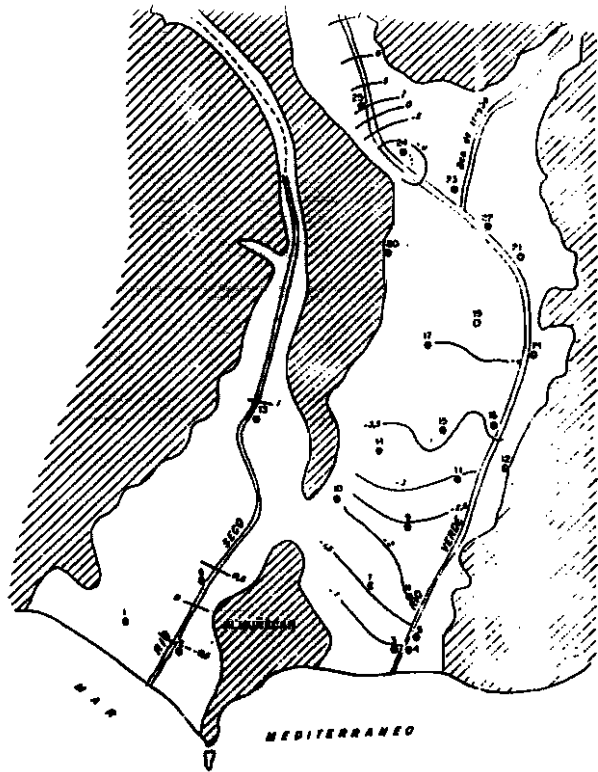
ISOPIEZAS FEBRERO, 1987

0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 550 600 650 700 750 800 850 900 950 1000



ISOHALINAS ABRIL, 1987

0 20 30 40 50 60 70 80 90 100



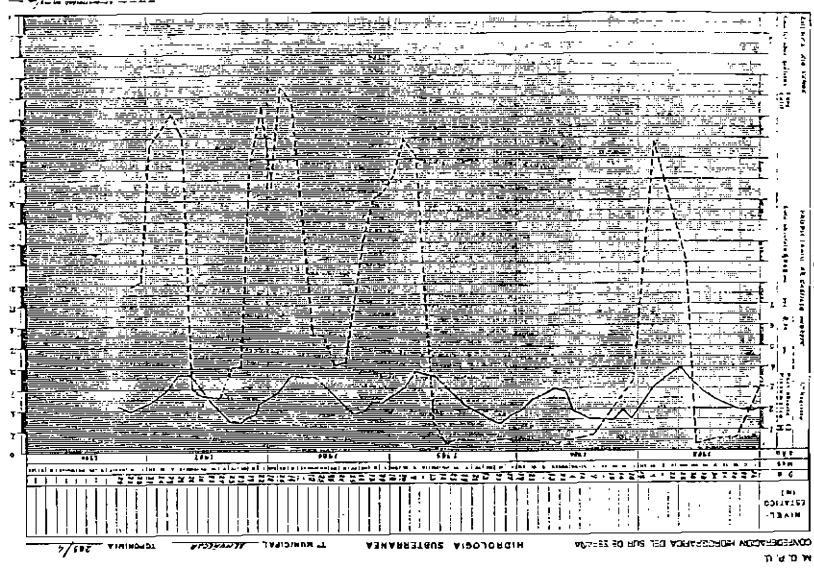
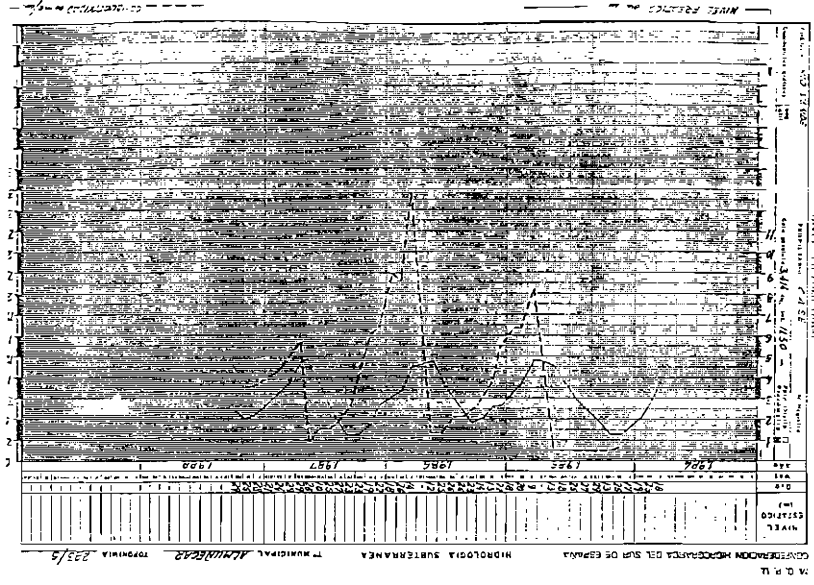
ISOPIEZAS AGOSTO, 1987

0 20 30 40 50 60 70 80 90 100



ISOBALNIDAD SEPTIEMBRE, 1967

© 1967 by the United States Government



PIEZOMETRO 283-5

Los niveles mínimos se detectan entre Agosto y Octubre, con un descenso máximo de 3,50 en 1985 y en 1987.

El descenso de niveles se inicia 4 ó 5 meses antes que el aumento violento de la conductividad, cuyos máximos se alcanzan entre Septiembre y - Octubre. El desfase entre niveles mínimos y conductividades máximas es de -- 1-2 meses, salvo el año 1985 en el que vienen a coincidir en Octubre.

PIEZOMETRO 283-7

Se observa un comportamiento similar al del 283-5.

Niveles máximos en Marzo-Abril. El aumento de la conductividad se inicia 4-5 meses después de la caída de niveles. Desfase entre nivel mínimo y conductividad máxima del orden de 3 meses.

PIEZOMETRO 283-9

En el año 1985, la conductividad tarda 8 meses en aumentar a par - tir de la caída de niveles. En 1986 tarda 4 meses y en 1987 6 meses. El desfase entre niveles mínimos y conductividades máximas es de 2-3 meses.

PUNTO 283-11

Se trata de un pozo fuera de explotación en el que se ha instalado un limnógrafo. Este punto tiene gran interés, por encontrarse en la zona don de se encuentran los tres pozos que el Ayuntamiento de Almuñecar explota para abastecimiento. El limnograma proporciona un registro continuo de niveles.

Los años 1982 y 1983 presentan unos niveles máximos estables, que se recuperan aún con extracciones tan importantes que llevan el nivel 6 ó 7 metros más abajo en estiaje, en concordancia con el fuerte aumento de la demanda estival urbana.

El año hidráulico 1983-84 fué bueno, con una lluvia total media en Lentejil de 878 mm. El acuífero acusó en seguida un aumento de nivel, que alcanza el máximo en Enero de 1984.

El limnograma muestra, en los tres años siguientes, unos descensos de los máximos y de los mínimos mantenidos como tendencia. El máximo que -- muestra el limnograma en Marzo de 1987 se debe, a nuestro juicio, al efecto beneficioso que supuso el aumento de la percolación debida al arado del río que se llevó a cabo con anterioridad, lo que permitió aprovechar mejor los - 75l mm. caídos hasta Febrero.

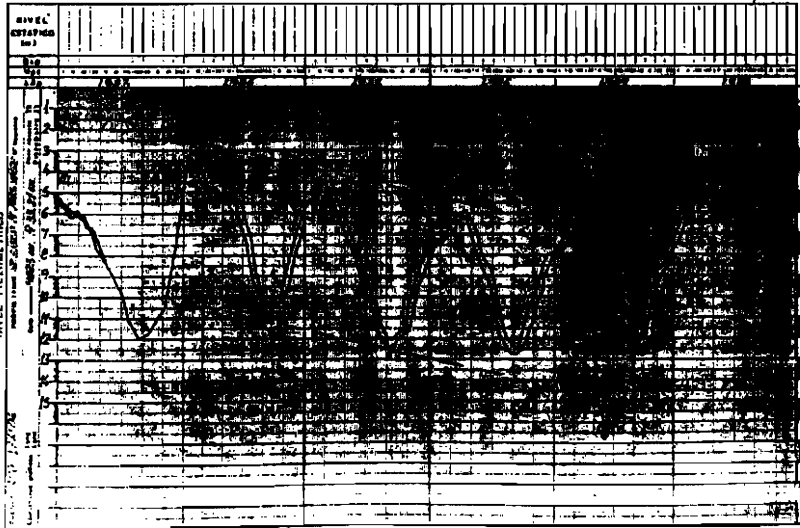
La gráfica muestra, a continuación, una situación grave: de Febrero a Agosto de 1987 cayeron unos 200 l/m². y se volvió al mismo nivel mínimo del año anterior, bastante más seco. Ello indica un incremento notable de -- las extracciones con respecto al año anterior.

M.O. P.U.

COMISARIA DE AGUAS DEL SUR.

HIDROLOGIA SUBTERRANEA

T. MUNICIPAL ALMORICAL TROPONIMA 283/11

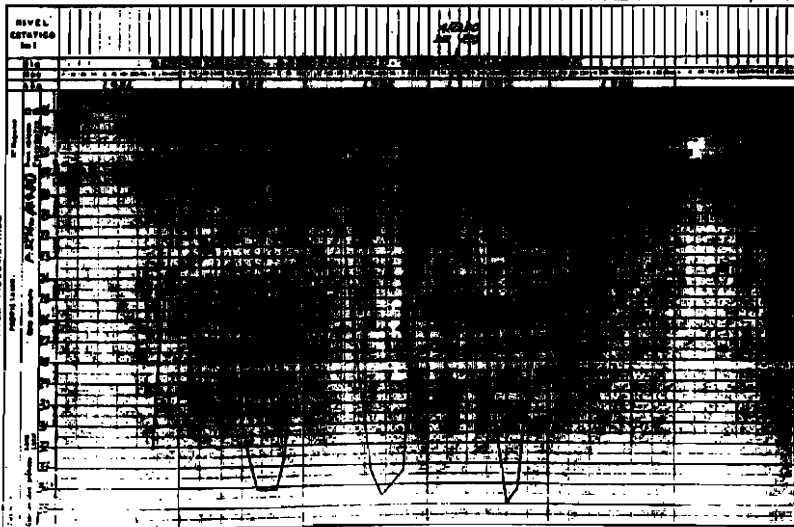


M.O. P.U.

COMISARIA DE AGUAS DEL SUR.

HIDROLOGIA SUBTERRANEA

T. MUNICIPAL ALMORICAL TROPONIMA 283/11



PIEZOMETRO 283-24

Este piezómetro está situado por encima de la desembocadura del barranco de Itrabo. La medición manual de niveles muestra la misma tendencia - del limnigrama comentado. El efecto del arado del río se detecta en seguida y en la misma fecha.

6.- CONCLUSIONES

- 1ª) El acuífero del río Verde, en su parte baja, es un depósito detrítico - constituido por gravas, arenas y limos, en el que prácticamente no están representados los niveles plásticos.
- 2ª) Estos materiales proporcionan al acuífero una buena permeabilidad, que se traduce en una respuesta rápida de la intrusión salina ante las recargas, y viceversa.
- 3ª) Si hasta el año 1985 se podía establecer que las demandas del acuífero del año en que la precipitación correspondía a la media, que entre Lenítej y Almuñecar es de 600 mm., en los años siguientes se constata la presencia de unas demandas que exigen unas aportaciones mayores para su satisfacción.
- 4ª) La red piezométrica construida por la Comisaría de Aguas del Sur en el año 1984 muestra un comportamiento del acuífero, que, en lo referente a su explotación, presenta las peculiaridades siguientes:
 - El acuífero muestra una tendencia al agotamiento de los recursos hidráulicos, traducida en un descenso progresivo tanto de los niveles máximos como de los mínimos. El que estos descensos respondan a la baja precipitación en los últimos años hidráulicos o al aumento de las extracciones es asunto que, dada la cortedad de la serie, no puede aún dilucidarse.
 - Existe un desfase entre los niveles mínimos y las conductividades -- máximas que varía entre 1 y 3 meses. La tendencia decidida a la disminución de niveles, que se inicia al comienzo de la primavera, anuncia de forma cierta el incremento fuerte de la conductividad, que se produce 4 ó 5 meses después. Los valores máximos de la conductividad se alcanzan entre Octubre y Noviembre.
 - El consumo urbano tiene una influencia importante en la explotación - del acuífero; en invierno impide en parte la recarga natural del tramo bajo y en verano, la fuerte demanda agrícola coincide en el tiempo con las exigencias de una población turística importante.