



OASIS DEL TUNUYÁN INFERIOR

NIVELES FREÁTICOS 1984 - 1997

OASIS OF THE LOWER TUNUYAN RIVER ZONE

WATER TABLE LEVEL FROM 1984 - 1997

Gonzalo Ortiz Maldonado ^{1,2}
Hugo W. Gómez ²

RESUMEN

El río Tunuyán (Mendoza, Argentina) tiene, en su tramo medio, 76 386 ha empadronadas con derechos de uso de agua. De ellas 68 417 están cultivadas con aguas superficiales y subterráneas (1994). El origen de las tierras es aluvial y eólico y la textura predominante franco-arenosa y arenosa. La eficiencia del proyecto de riego es del 40 %. Como en algunos lugares, la percolación del agua de riego es impedida por la alternancia de capas de texturas finas, 300 km de desagües y drenajes la descargan a ríos y/o a campos abiertos.

En 1984 el Departamento General de Irrigación (DGI) construyó una red de 100 freatímetros con el objeto de conocer las profundidades freáticas y elaborar planos de niveles freáticos. Con las lecturas efectuadas 1984 -1997 se confeccionaron tres planos de niveles freáticos:

- *isobatas mínimas absolutas*, que responde a la hipótesis más desfavorable y que determinó que en 3 567 ha la profundidad freática es de hasta 1 m.
- *isobatas medias* con el cual se estableció 367 ha de igual profundidad freática.

ABSTRACT

The Tunuyán river is one of the five rivers used for irrigation in Mendoza province. In its middle reach it has a surface registered by user rights of 76 386 hectares. The whole cultivated area with surface water and groundwater is 68 417 hectares in accordance with the census from 1994. The origin from the soils are alluvial and aeolian and the predominate texture is sandy-loam and sandy. The efficiency of this irrigation project is 40%. In some areas there is no infiltration of irrigation water because of the interstratification of fine-granular sheets. Therefore there are 300 kilometer long network of watering and drainage collector which finally discharge to the rivers and / or to outside irrigated area.

In 1984 the Irrigation Department constructed a network of 100 piezometers to determine the water table levels and to work out piezometric maps. Using the piezometric data from 1984 to 1997 three plans were plotted showing the water table levels: the absolute minimum equal deep level lines, which show the most unfavourable situation, the middle equal deep level lines and the water table contour lines, in which the water table flow direction is plotted.

First of all it can be concluded that the surface with water table levels of up to one meter is 3 567 hectares. The middle equal deep level plan

1 Departamento de Ingeniería Agrícola.Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Alte. Brown 500. (5505) Chacras de Coria. Mendoza. Argentina.
e-mail: caifca@uncu.edu.ar

2 Departamento General de Irrigación. Mendoza. Argentina.

• *isohipsas medias*, indicadoras del movimiento del agua freática en la dirección SO a NE.

Con los hidrogramas anuales de los niveles freáticos medios mensuales y los volúmenes mensuales distribuidos se comprobó la parcial vinculación existente entre ellos.

Se han propuesto modificaciones en el trazado de colectores para mitigar deficientes drenajes naturales y se ha recomendado el monitoreo freático donde se han revestido los cauces de riego.

indicates for the same ground water level depth range, a surface of 367 hectares and the water table contour line plan shows a water table flow direction from southeast to northwest.

Furthermore the annual hydrographs of the middle monthly ground water levels and the monthly distributed volumes indicate the coincidence existing between them in some cases. Furthermore the annual hydrographs of the middle monthly water table levels and the monthly distributed volumes showing the no coincidence existing between them in some cases. Modifications in the drainage network to minimize the natural drainage deficit in problematic areas are recommended. Finally some more water table monitoring in those areas with lined irrigation channels would be necessary.

Palabras clave

freática • isobatas • isohipsas • freatímetros

Key words

water table • equal deep level plan • water level contour line plan • piezometer

INTRODUCCIÓN

En su tramo medio, el río Tunuyán tiene 76 386 ha empadronadas con derechos de uso de agua, sin contabilizar el canal La Paz. Se cultivan 68 417 ha, 54 817 con aguas superficiales y 13 600, con aguas subterráneas (Relevamiento catastral de riego. DGI, 1994). La célula de cultivos está compuesta por: vides (64 %), frutales (17 %), olivos (8 %), hortalizas (5 %) y forrajes y forestales (5 %). Es la zona de mayor producción de uvas de Mendoza (7). En este oasis el área cultivada se expandió debido a una red de 1.568 km de cauces matrices, secundarios y terciarios para la distribución de agua, de los cuales 177 km están revestidos. Esta infraestructura está integrada con 300 km de desagües superficiales con una profundidad de 1,3 m y colectores de drenaje con profundidades de 2,5 m, que abaten los niveles freáticos provenientes de las pérdidas generales del sistema.

El origen de estas tierras agrícolas es aluvial y eólico. Las texturas predominantes son la franco-arenosa y la arenosa. Las pérdidas de agua por infiltración que se producen en la red y en la unidad de riego son del orden del 39 % (1). Esta baja eficiencia provoca la elevación de los niveles freáticos por la existencia de ligeras capas de texturas más finas que impiden la libre percolación de las aguas. Esta situación altera los parámetros físicos y químicos del suelo (reversión) y la salinización de los estratos superiores por ascenso capilar de agua con sales disueltas.

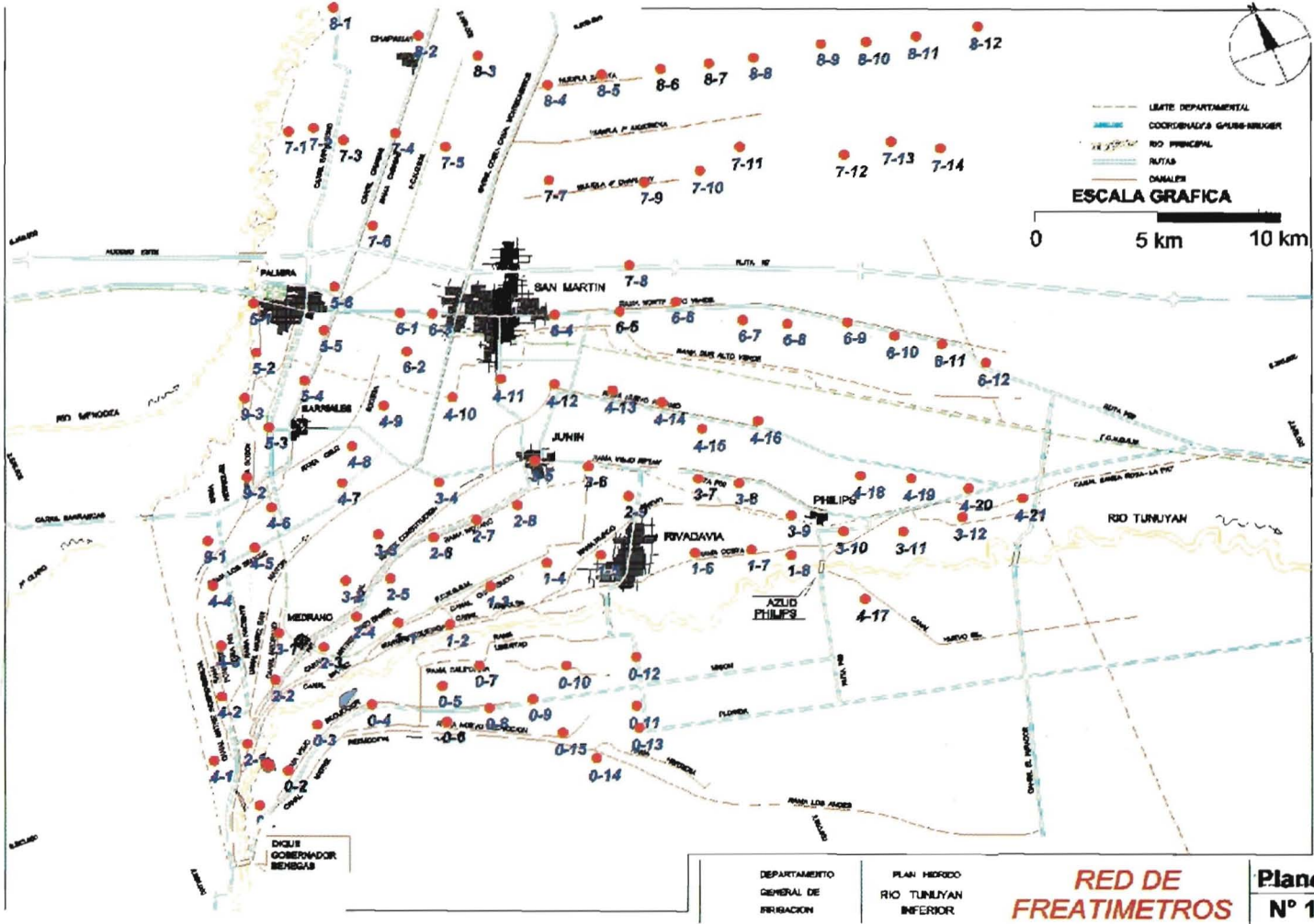
El DGI (1984) construyó una red de freatímetros para prospectar los niveles freáticos y determinar las profundidades, calidad, rango y época de oscilación, y dirección de los flujos hídricos. Esta red fue proyectada a escala zonal con perforaciones de 3 m de profundidad, distanciadas 2,5 km entre sí. En ellas se introdujeron caños de PVC de 63 mm Ø, ranurados radialmente en su mitad inferior con tapa de PVC en su orificio inferior y envueltos con un geotextil. Éste evita el pasaje de sólidos finos que podrían obtener las ranuras por las cuales ingresa el agua. En su parte superior, el caño se encuentra amurado a un cabezal de cemento con tapa, que pesa 60 kg, cuyo objeto es identificarlo "a campo", protegerlo y disponer de un punto fijo para su amojonamiento.

Cada freatímetro fue balizado y georreferenciado con coordenadas Gauss-Kruger (coordenadas X,Y) y acotado con respecto al nivel del mar (coordenada Z), vinculándolo con la red caminera provincial. Originariamente hubo 100 freatímetros; actualmente hay 130 por necesitarse más datos para la elaboración de diversos proyectos.

El Plan Provincial de Drenaje (1984 - 1988), organizado por el DGI con participación de la Dirección Agropecuaria y organismos de investigación: ex INCYTH (actual INAA), CRAS e INTA, asignó la responsabilidad de las lecturas de niveles freáticos en el río Tunuyán inferior, incluido su tramo medio, al INAA (2, 3).

OBJETIVOS

- Cuantificar las superficies por intervalos de 0,5 m de profundidades de niveles freáticos hasta los 2,5 m.
- Conocer el rango de oscilación de los niveles freáticos con respecto al tiempo.
- Comprobar el grado de correlación entre los volúmenes distribuidos por la red de canales y los niveles freáticos.
- Determinar las necesidades de revestimiento de cauces.
- Transferir hacia las Inspecciones Unificadas y/o asociaciones de usuarios la adaptación de la entrega de agua a canales y la medición de caudales y beneficios de la entrega volumétrica.
- Determinar las áreas con necesidad de drenaje parcelario.
- Transferir a la Subdelegación de Aguas del Tunuyán inferior los resultados gráficos sobre la efectividad de abatimiento de los niveles freáticos de los drenes, con consideraciones respecto a longitudes, puntos de descarga y métodos de mantenimiento.
- Transferir a las Inspecciones Unificadas y/o Asociaciones de Cauces la instalación de freatímetros en fincas de áreas de alta peligrosidad freática y/o con cultivos sensibles a la salinidad.
- Incrementar la productividad de los cultivos.
- Disponer de pautas para el ordenamiento territorial: construcción de viviendas, cementerios parques, etc.



MATERIALES Y MÉTODOS

El plano de la red de riego del Tunuyán Inferior (1:50 000) se digitalizó para el traspaso al sistema AutoCad, procediéndose luego a la carga de datos correspondientes. Con las coordenadas Gaus-Kruger de cada freatímetro se obtuvo la red de freatímetros (plano 1, pág. 66).

1° Análisis de las lecturas de la serie 1984 - 1997.

Convenciones previas: cuando el freatímetro no marca nivel de agua, el mismo es de 3 m, que es la profundidad total del freatímetro; y cuando el freatímetro se encuentra fuera de servicio por taponamiento o rotura, no se consigna valor.

2° Selección del valor de mínima profundidad de cada uno de los freatímetros durante la serie 1984 - 1997, independientemente del momento en que fue observado.

3° Cálculo de la profundidad media de todos los freatímetros. Con estos datos se construyeron los planos de niveles freáticos, utilizando el programa Surfer.

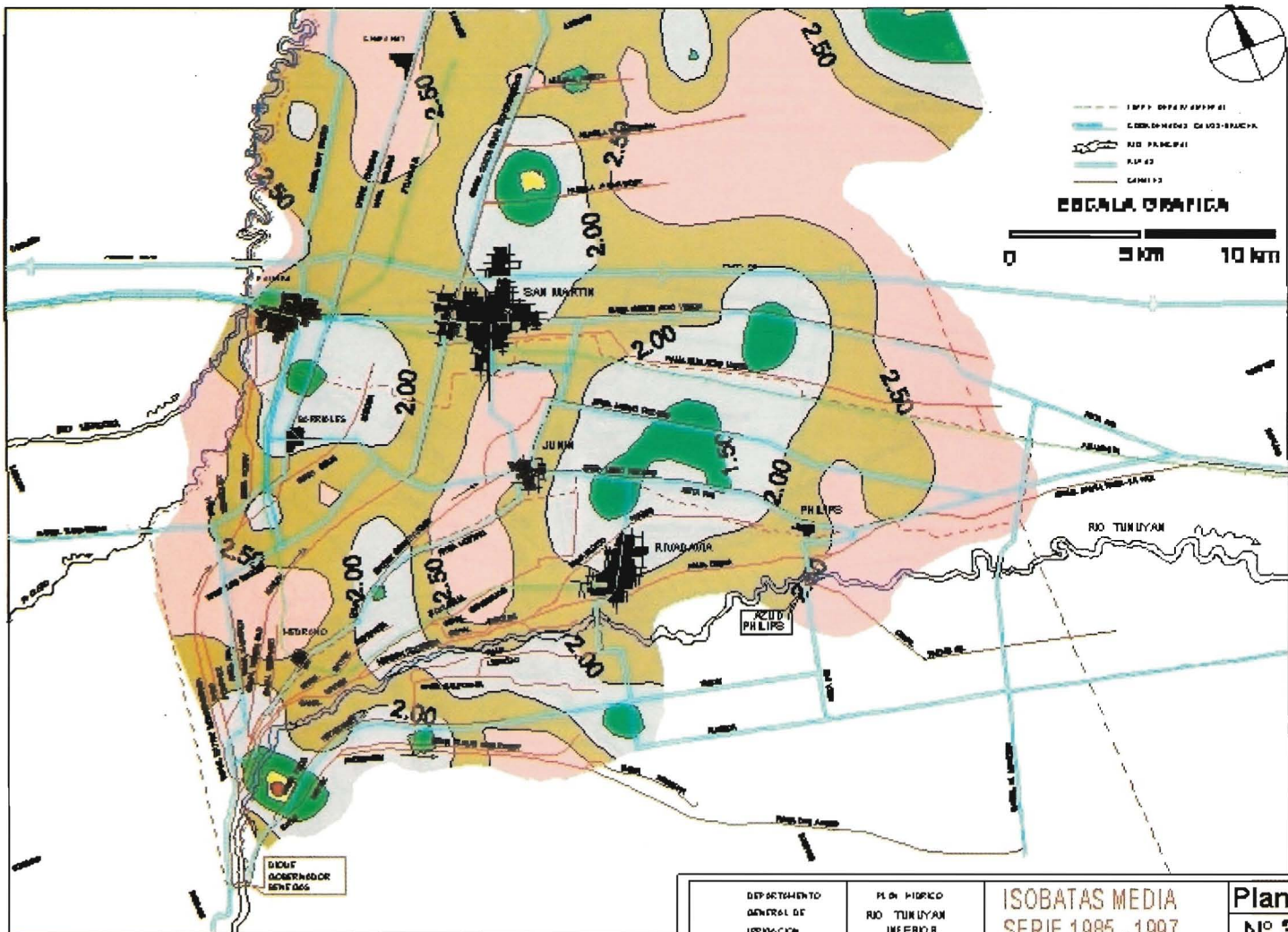
a) *Isobatas mínimas absolutas*, o plano de mayor peligrosidad freática: representa hipotéticamente la peor situación que puede producirse. Se graficaron las curvas de profundidad freática por intervalos de 0,5 m hasta los 2,5 m de profundidad, luego se cuantificó las superficies de cada intervalo (plano 2, pág. 68).

b) *Isobatas medias*: representa la profundidad freática media de la zona. Se graficaron las curvas de profundidad freática por intervalos de 0,5 m hasta los 2,5 m de profundidad y después se cuantificaron las superficies de cada intervalo de profundidad (plano 3, pág. 69).

c) Identificación de desagües y drenajes de las áreas críticas (plano 4, pág. 70).

d) *Isohipsas medias*: representa las curvas de igual nivel freático o equipotenciales. Para ello se restaron de la cota terreno de cada freatímetro los valores de las profundidades media de cada uno de ellos. Las curvas de nivel, o altura freática, se graficaron con intervalos de 10 metros, comenzando con cota 700 m hasta la cota 630 msnm. Luego se marcaron los senderos de flujo que indican la dirección general del movimiento del agua freática. Se representaron únicamente las isohipsas medias por no encontrar grandes diferencias con los planos de isohipsas mínimas y máximas (plano 5, pág. 71).

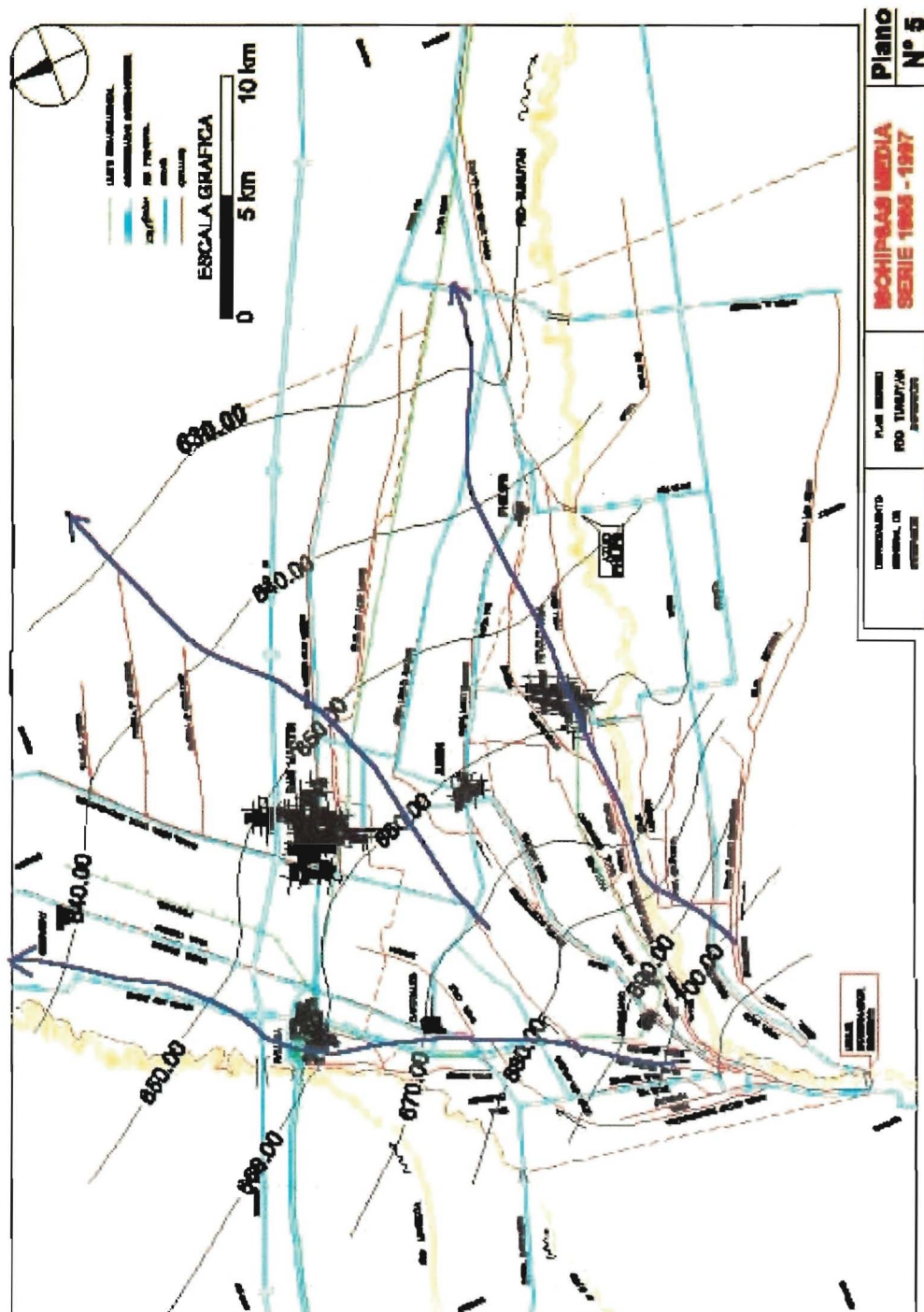
4° *Hidrogramas* con los promedios mensuales de profundidad freática de toda la red -en cm- y los volúmenes mensuales de agua distribuidos por la red de canales -en hm³- con el objeto de observar correspondencias. Se obtuvieron los hidrogramas correspondientes a 1985, 1986, 1987, 1988, 1997 y de las series 1985 - 1990 y 1985 - 1997 (figuras 1 a 6, págs. 72-73).



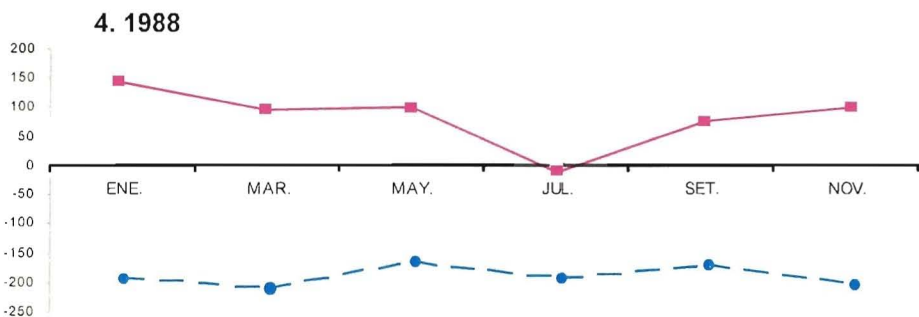
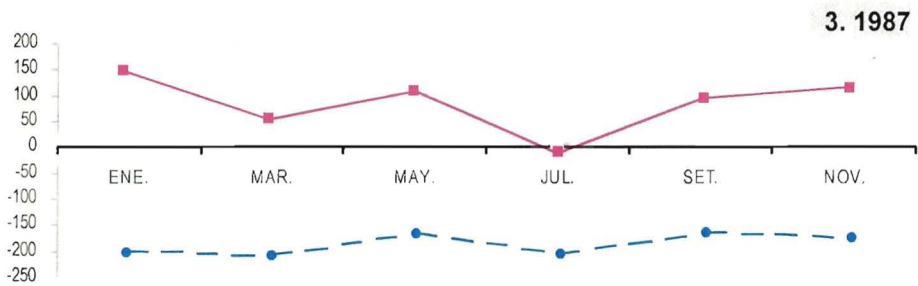
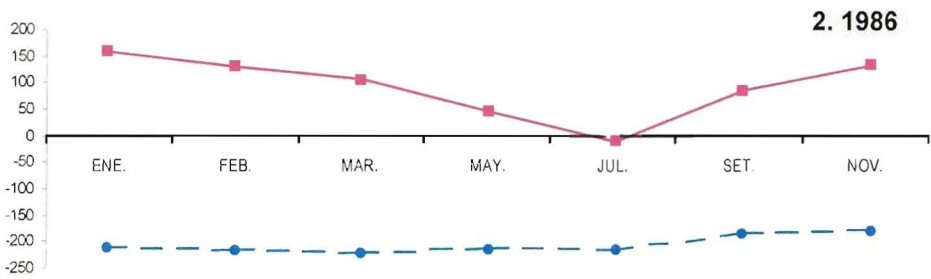
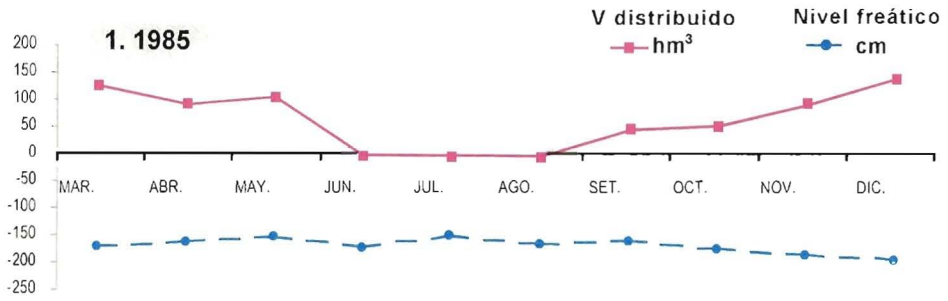
DEPARTAMENTO GENERAL DE ISIRIACÓN	PERÍODO RIO TUNUYÁN INFERIOR	ISOBATAS MEDIA SERIE 1985 - 1997	Plano N° 3
---	------------------------------------	-------------------------------------	---------------

Total: 104.257 ha

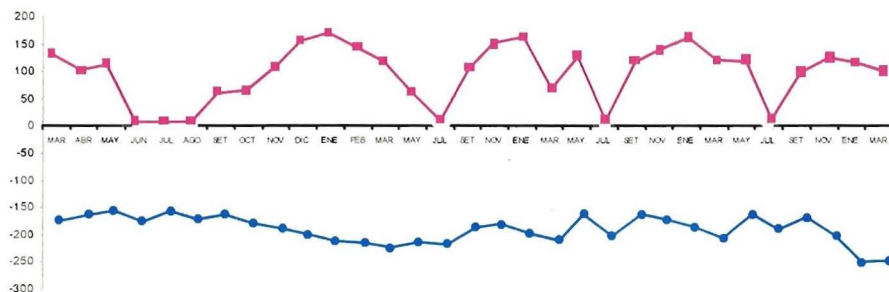
2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.0
25.388 ha	49.313 ha	24.291 ha	4898 ha	346 ha	21 ha
24,4 %	47,1 %	23,3 %	4,9 %	0,3 %	0,02 %



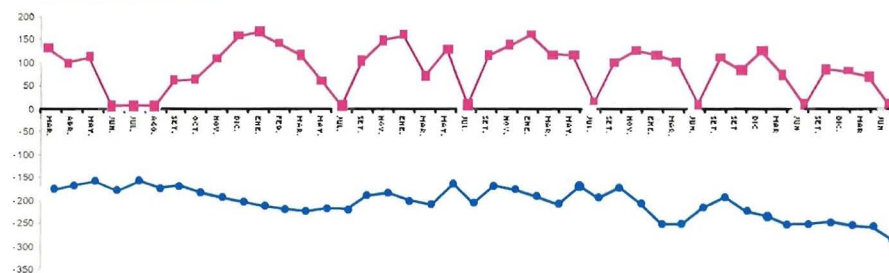
Figuras 1 a 6. Hidrogramas del río Tunuyán Inferior



5. 1985 - 1990



6. 1984 - 1997



RESULTADOS

De planos e hidrogramas surgieron los siguientes datos:

I. Con las isobatas mínimas absolutas (plano 2, pág. 68) se determinaron las superficies correspondientes a cada intervalo de profundidad y los porcentajes con respecto al total del área de influencia de la red, como indica la siguiente tabla:

m	ha	%
0,0 - 0,5	475	0,5
0,5 - 1,0	3 092	2,9
1,0 - 1,5	18 725	18,0
1,5 - 2,0	49 401	47,3
2,0 - 2,5	28 329	27,2
> 2,5	4 235	4,1
Total	104 257	

Estas superficies se deducen de una serie de mediciones de niveles de 14 años. Señala la peor de las hipotéticas situaciones de peligrosidad freática, de interés general para conocer los lugares y cuantificar las superficies para diferentes rangos de profundidades freáticas. Para los cultivos antes descritos, construcciones y cementerios en tierra se requiere de una profundidad mínima libre de freática de 1 m desde la superficie del terreno. A esta superficie, denominada *profundidad crítica*, la superficie planimetrada es de 3 567 ha, y representa el 3,4 % del área de influencia de la red freaticométrica y los lugares enumerados a continuación:

- Distrito Alto Reducción: carril Viejo Reducción entre calles Ramírez y Cuello (Rivadavia).
- Distrito Barrancas-Bertona, ubicado en carril Barrancas y calle La Legua (Junín).
- Distrito Barriales: entre carriles Chimbos, Miguez, rutas 60 y 50 (San Martín).
- Distritos Algarrobo Grande y Mundo Nuevo: en las inmediaciones del carril Viejo Retamo (R.P. 60) entre Tobares y Castro (Junín y Rivadavia).
- Distritos Chivilcoy y Alto Salvador: carril Montecaseros entre carriles Chivilcoy y Anzorena (San Martín).

II. Con las isobatas medias (plano 3, pág. 69) se determinaron las siguientes superficies de profundidades freáticas y porcentajes:

m	ha	%
0,0 - 0,5	21	0,02
0,5 - 1,0	346	0,3
1,0 - 1,5	4 898	4,9
1,5 - 2,0	24 291	23,3
2,0 - 2,5	48 313	47,1
> 2,5	25 388	24,4
Total	104 257	

En este caso, los lugares con profundidades freáticas críticas coinciden con los lugares de profundidades críticas del plano anterior, con ligeras modificaciones en las superficies.

III. En el plano 4 (pág. 70) de la red de desagües y drenajes, se representan los lugares con profundidades críticas que corresponden a áreas con suelos revenidos.

IV. Con las isohipsas medias (plano 5, pág. 71) se establece que la dirección del flujo es de SO - NE, escurriendo por la red de riego, siendo neto emisor el colector de descarga Cañada del Moyano.

V. De los hidrogramas (figuras 1 a 6, págs. 72-73) se desprende que:

- Los niveles freáticos medios mensuales oscilan entre 1,6 a 2,5 m de profundidad.
- No se observa correlación completa a lo largo del año entre los niveles freáticos y los caudales distribuidos. En el verano no se manifiesta que a mayor volumen distribuido corresponda un ascenso de los niveles freáticos, poniendo en eviden-

cia la influencia de otros factores: la evapotranspiración (demanda) y el volumen entregado; los aportes subterráneos y la precipitación efectiva (oferta).

- Durante el corte de agua en junio - julio, los niveles se mantienen en los 2 m o ligeramente por debajo (2,10 a 2,20 m). Excepcionalmente descienden hasta 2,5 m lo que indica, en términos generales, que este valor es el hidroapoyo. Este dato, que es básico al momento de aplicar las fórmulas para espaciamiento entre drenes, aunque es deducido del análisis de datos zonales, es orientativo para proyectos de drenaje parcelario.

CONCLUSIONES

La suma de las superficies con intervalos entre 0 - 0,5 y 0,5 - 1 m de profundidad freática, obtenida del hipotético plano de isobatas mínimas, es 3 567 ha, lo que equivale al 3,4 % del área de influencia de la red freaticométrica. Este porcentaje puede interpretarse poco significativo pero, con respecto al área cultivada, representa el 5,2 % que en zonas áridas donde se practica riego integral (3 517 ha) es muy importante.

Por ello es necesario incrementar medidas que tiendan a disminuir las pérdidas en la red de riego tales como, revestimientos, mejoras en programación de la operación de distribución y mayor eficiencia de riego. Igualmente la suma de las superficies con intervalos entre 0 - 0,5 m y 0,5 - 1 m de profundidad freática, extraída del plano de isobatas medias, es de 367 ha, el 0,32 % del área estudiada y el 0,54 % del área cultivada.

Las conclusiones, en este caso, son coincidentes con las del párrafo anterior. La vinculación entre niveles freáticos y volúmenes distribuidos es parcial, adaptándose mas al *indicador de consumo total*: $CT = [(Etc - ppe) / Vc]$, oportunamente propuesto (4).

Para mitigar los efectos de ascenso de niveles freáticos en el distrito de Barrancas-Bertona se requiere continuar la construcción del colector que corre por calle Santa Elena, materializando su descarga en el Arroyo Claro. Igualmente, en el tramo final del colector de calle La Legua, debe ampliarse la sección en las inmediaciones de su descarga al Arroyo Claro, habida cuenta de que el mismo cumple doble finalidad: abatimiento de freática y colector aluvional.

Para aminorar los efectos negativos del ascenso de los niveles freáticos en el distrito Los Barriales se propone acortar la excesiva longitud del desagüe Barriales, derivándolo hacia el O por calles con pendientes favorables hasta descargar en el río Mendoza. Es importante controlar los vertidos servidos e industriales que se producen en el centro urbano Los Barriales.

Para disminuir el ascenso de los niveles freáticos en el distrito Algarrobo Grande -Mundo Nuevo- hay que limpiar los puentes ferroviarios de los drenes secundarios Tobares, Coria y Castro, que desaguan en los colectores zonales centro y sur Alto Verde y, asimismo, mejorar las actuales condiciones de descarga a campo abierto.

- Se recomienda, entonces:
- ❖ Monitorear los freáticos ubicados en las inmediaciones de los canales Montecaseros y Viejo Retamo para comparar las profundidades freáticas antes y después de las obras de revestimiento ejecutadas en 1997 - 1998. Igualmente hay que controlar los vertidos industriales y de aguas servidas a los desagües. Con estos datos se podrán corregir los problemas de drenaje natural en estas dos áreas.
 - ❖ El Colector Cañada del Moyano, que es un paleocauce que trabaja a modo de vertedero entre dos ríos: Mendoza y Tunuyán, requiere buen estado de conservación, debiendo limpiarse con periodicidad anual.

BIBLIOGRAFÍA

1. Chambouleyrón, J. et al. 1982. Evaluación y optimización del uso del agua en grandes redes de riego. Mendoza. Argentina.
2. Mirábile, C. y Fornero, L. 1985. Estudio del drenaje del área de influencia del río Tunuyán Medio e Inferior. INA - CRA.
3. Mirábile, C. y Mármol, P. 1988. Estudio zonal de drenaje del oasis irrigado del río Tunuyán Medio. Diez años de control freático. INA - CRA. Mendoza, Argentina.
4. Morábito, José y otros. 1998. La operación del agua de riego en el río Tunuyán Inferior. Indicadores de desempeño. INA - CRA. Mendoza. Argentina.
5. Ortiz Maldonado, Gonzalo. 1988. Instalación de redes freáticas en las áreas irrigadas de la provincia de Mendoza. Publicación Técnica N° 11. DGI / FCA UNCuyo. Mendoza. Argentina.
6. Pereyra, G. y Luján, H. 1999. Estadística hídrica de los ríos de la provincia de Mendoza. DGI. Mendoza. Argentina.
7. Satlari, G.; Antonietti, G. y Molina, J. 1996. Análisis de los usos hortícolas en la zona irrigada del oasis norte de Mendoza. DGI.
8. Zuleta, J. et al. 1999. Descripción preliminar de la cuenca del río Tunuyán Inferior- DGI.