

# PROBLEMAS DE GESTION POR USO INTENSIVO DEL AGUA SUBTERRANEA: RÍO TUNUYÁN, MENDOZA, ARGENTINA

Chambouleyron<sup>1</sup>, Jorge; Santa Salatino<sup>1</sup>; Alejandro Drovandi<sup>1</sup>; Rosa Medina<sup>2</sup>; Mónica Zimmermann<sup>2</sup>; Mirta Marre<sup>2</sup>; Rosa Bustos<sup>2</sup>; Ester Antonioli<sup>2</sup>; María Filippini<sup>2</sup>; Norma Nacif<sup>2</sup>; Susana Campos<sup>2</sup>; Cora Dediol<sup>2</sup>; Alejandra Camargo<sup>2</sup> & Dora Genovese<sup>2</sup>

**Resumo** - O trabalho descreve a dinâmica hidrológica da área regada pelo río Tunuyán no oásis central da província de Mendoza (Argentina). A área está dividida em duas bacias (alta e baixa, com 54.000 e 81.000 ha) administradas em forma separada (Subdelegação do Rio Tunuyán superior e inferior). A bombagem dos 200 Hm<sup>3</sup> necessários para satisfazer as necessidades duns 20.000 novos hectares de videiras a plantar na bacia alta, reduzirão o caudal dos numerosos ribeiros e afluentes, que se converterão em meras valas de enxugo e levarão águas de alto conteúdo salino à bacia baixa, afectando significativamente o rendimento dos cultivos. Estima-se que um potencial incremento da 20.000 ha com videiras na zona alta poderia elevar os actuais valores de salinidade da água (1130  $\mu\text{Scm}^{-1}$ ) da bacia baixa a valores cerca de 1420, diminuindo a actual disponibilidade hídrica a 1/3 da área registada e reduzindo sensivelmente o rendimento das videiras e pessegueiros (12-22%). Um desafio de gestão para a Administração central (DGI) como para os Organismos de regantes que, para atingir uma gestão moderna, sustentável e integrada da águas deverá ter em conta a gestão a nível de bacia e a distribuição equitativa do recurso em função da qualidade (conteúdo de sais)

**Abstract** -The paper describes the approach to the hydrological dynamics of the irrigated area by the Tunuyán River (Mendoza, Argentina). The area is divided into two sub-basins (upper: 54,000 and lower: 81,000 ha), administered by two central Sub-delegations (DGI). The explosive growth in the upper basin in the 1990's has made it possible to project a significant degradation in the quality of water reaching the lower basin. Thus, pumping to meet the needs of new 20,000 ha of vineyards will reduce the flow of the many brooks and streams rising in the upper basin. They would become mere drainage collectors conveying very low quality water (high salinity) to the lower basin and affecting crop yields: salt content increase in irrigation water from the present 1130  $\mu\text{Scm}^{-1}$  to some

---

<sup>1</sup> Instituto Nacional del Agua –Belgrano 210 Oeste – 3er. Piso – (5500) Mendoza, Argentina  
Telefax: (54) (261) 4286993 - e-mail: [cra\\_riego@lanet.com.ar](mailto:cra_riego@lanet.com.ar)

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Cuyo – Parque Gral. San Martín s/n – (5500) – Mendoza  
Argentina – Telefax (54) (261) 4494000.

1420  $\mu\text{Scm}^{-1}$  and the crop yields (grapes and peaches) diminish between 12 and 22%. All this poses a challenge to water management both (DGI and users' organizations).

It is further recommended that water management be consolidated at basin level; that water be distributed in a proportional and equitable manner on the basis of quality and salt content and that groundwater be integrated into water management. Users' organizations assuming responsibility for water management (decentralized administration).

**Palabras-Clave** - Agua subterránea; Problemas de gestión; uso intensivo; Mendoza(Argentina).

## **INTRODUCCIÓN**

El Tunuyán es uno de los cinco ríos que atraviesa el territorio de la Provincia de Mendoza. Con un caudal promedio de 30  $\text{m}^3/\text{s}$  ha permitido el importante desarrollo del denominado oasis centro de la provincia. Éste se encuentra dividido en dos subcuencas, la superior y la inferior con una superficie de 54.000 y 81.000 ha empadronadas con derechos de riego, respectivamente. A principios de los 90' se produjo en la provincia el desarrollo explosivo de la agricultura en la zona alta del río Tunuyán superior, producto de la radicación de importantes empresas locales y extranjeras. Grandes emprendimientos destinados a la implantación de uvas finas para vinificar determinaron un rápido crecimiento del área cultivada con el uso masivo del agua subterránea. Esto último se debió al empleo total de los derechos de agua superficial y al requerimiento de los sistemas de riego presurizado, incluidos en el paquete tecnológico utilizado en la mayoría de las nuevas propiedades agrícolas. Según relevamiento del INA, (Hernández, 1998) en el área existen en funcionamiento unas 1.500 perforaciones que extraen del acuífero 119  $\text{Hm}^3$ . Se estima que a medida que la extracción de agua subterránea se haga más intensa, disminuirá el caudal de los arroyos y vertientes que evacuan naturalmente el acuífero subterráneo y -por lo tanto- el aporte al caudal del río Tunuyán superior.

Atendiendo a la variación de los caudales superficiales y a la alteración del almacenaje de agua en el acuífero, se consideró de importancia básica determinar el comportamiento de la salinidad del agua subterránea y su variación en función de los distintos aportes. Asimismo se evaluó el impacto ambiental que se producirá en la subcuenca inferior del río como resultado del desarrollo actual y potencial de la subcuenca superior. Para ello se diseñó un escenario futuro materializado en el incremento de la superficie cultivada en 20.000 ha de viñedos de variedades finas, regadas exclusivamente con el recurso subterráneo. Esta situación traería como consecuencia la reducción de los niveles de los acuíferos subterráneos, el agotamiento de los arroyos y vertientes, su transformación en colectores de drenaje y el incremento de la salinidad del agua que se

incorporará al río Tunuyán inferior. A su vez, la reducción de los caudales traerá aparejadas una menor oferta de agua para el oasis inferior y un incremento de la salinidad del agua de riego, situación que producirá el deterioro de las condiciones productivas como consecuencia de la salinización de los suelos. De ahí la necesidad de alertar a los responsables de la administración – desde nuestro papel de investigadores y estudiosos de los recursos hídricos- y a la luz de los resultados obtenidos, sobre las consecuencias de un “dejar hacer” en el tiempo sin que se discutan, se acuerden y se arbitren las medidas que aseguren la continuidad del modelo productivo de ambas cuencas (alta y baja) y la sustentabilidad integral de la cuenca del río Tunuyán.

## **METODOLOGÍA**

La formación de grupos de investigación transdisciplinarios permitió abordar el estudio de los medios físico-natural y socio-económico-cultural: características físicas de la zona y cálculo del balance hídrico-salino, contaminación del agua de riego, caracterización socioeconómica (tipologías y actores) del área, aspectos administrativos y de gestión, aspectos económicos y caracterización de los modelos productivos. La determinación de los impactos ambientales se realizó inicialmente a través de la identificación de los mismos, el encadenamiento de los efectos ambientales y su valoración cualitativa por medio de una “matriz de importancia”.

La metodología de investigación consistió en la suma de las metodologías parciales empleadas por cada uno de los grupos. Se estudió tanto el medio físico-natural como el socio-económico-cultural. Respecto del primero, se realizó un muestreo en cuatro puntos de ingreso a la zona alta, cuatro puntos de egreso del acuífero (correspondientes a sendos arroyos antes de su afluencia al río Tunuyán), un punto aguas arriba del dique de embalse El Carrizal y un punto en el ingreso del agua de riego a la zona del río Tunuyán inferior (dique derivador Tiburcio Benegas). La evaluación de la calidad del agua (a la zona de estudio ingresan 21 cursos de agua de los cuales el más caudaloso es el río Tunuyán) estuvo acompañada por la determinación de los caudales instantáneos y -considerando las limitaciones económicas del estudio- atendió a las diferentes concentraciones salinas y picos estacionales de calidad de dichos cursos.

Con el objeto de obtener información sobre el medio socio-económico-cultural se llevó a cabo el barrido del área cultivada de la subcuenca superior relevándose las condiciones de la agricultura de la zona, la caracterización de sus agricultores, la economía de sus empresas agrícolas, los aspectos sociales y lo atinente al manejo administrativo del agua de riego. Para ello se diseñó una encuesta que permitió identificar cantidad y características de los productores del área a través de una tipología de actores sociales rurales. La unidad de muestreo fue el productor y el universo correspondió a nueve (9) Inspecciones de cauce pertenecientes al oasis del Tunuyán superior,

seleccionándose las más representativas de las distintas problemáticas del área con relación a la oferta de agua. Se diseñó una muestra probabilística y al azar, estratificada según el tamaño de la propiedad que comprendió 150 casos (población inicial de 5160 usuarios). Con relación a la información correspondiente a la cuenca del río Tunuyán inferior, se utilizaron datos relevados de encuestas propias pertenecientes a estudios anteriores sobre una población de 1012 usuarios integrantes del padrón de riego de la Inspección Rama Montecaseros unificada, representativa de la mayoría de las Inspecciones que administran ese río. De ese universo se seleccionó una muestra (100 casos) probabilística y al azar, estratificada según la cantidad de hectáreas empadronadas para riego. La metodología previó - para la clasificación de los productores del río Tunuyán superior - la construcción de una tipología de los distintos actores sociales en base a dos variables: salarización completa, parcial o inexistente de las relaciones del trabajo y distintas formas de control sobre el proceso productivo. Para el estudio de la gestión, la metodología utilizada fue el análisis organizacional comparado, tomando como unidades las Inspecciones de cauce del área. Se encuestó, además, a productores y a usuarios del agua de riego de la zona, se entrevistó a informantes calificados (Asociaciones de usuarios, Inspecciones de cauce y Técnicos de la Subdelegación del Departamento General de Irrigación, DGI) y se analizaron los Presupuestos de Gastos y Cálculo de Recursos y los Balances correspondientes a los años 97/98 de todas las Inspecciones de cauce (unificadas o no).

## **RESULTADOS**

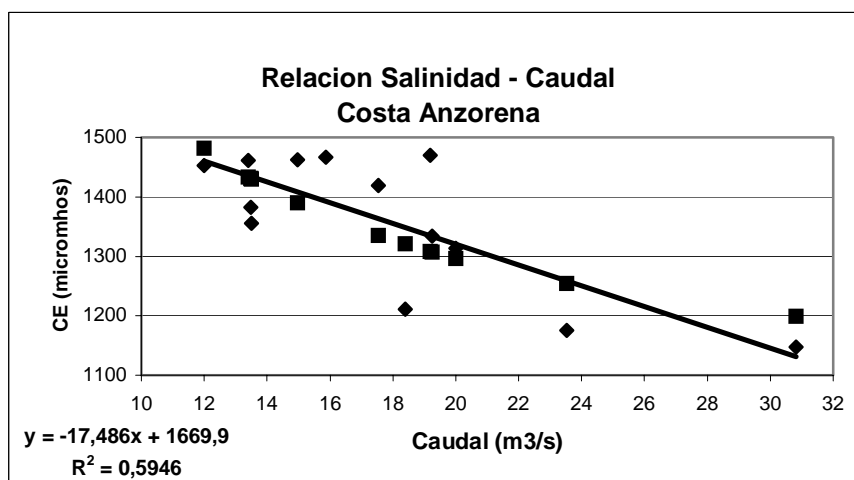
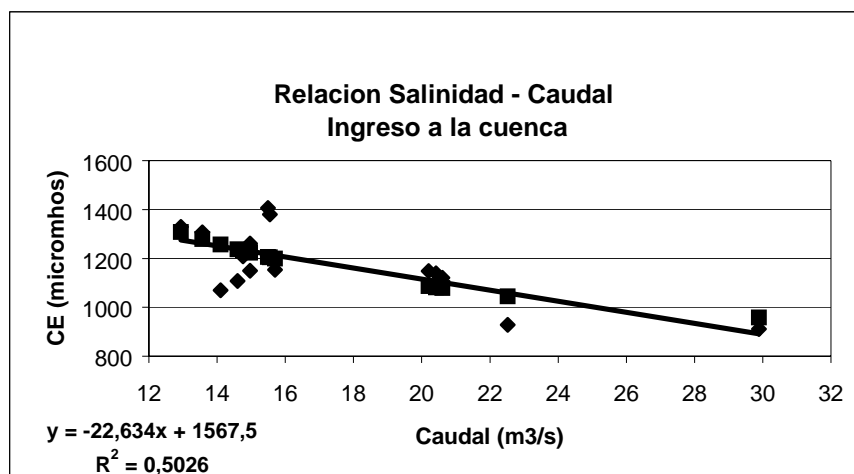
### **Relaciones Caudal - Salinidad**

Respecto del principal componente de la contaminación del recurso que en el área del estudio es el aporte de sales provenientes del agua de riego, el coeficiente de correlación (caudal-salinidad) indicó una relación entre variables moderadamente fuerte (Figura 1), verificándose que una determinada reducción de caudal produce un importante incremento en su salinidad. Se pudo comprobar que aún pequeñas variaciones de caudal tienen una respuesta inmediata en la elevación del tenor salino del agua. Así por ejemplo, en el sitio de muestreo correspondiente a la salida de la cuenca superior (Costa Anzorena), para un caudal de 30 m<sup>3</sup>/s la salinidad del agua fue de 1.145 µScm<sup>-1</sup> y cuando aquél se redujo a la mitad (15 m<sup>3</sup>/s) la salinidad aumentó a 1.407 µScm<sup>-1</sup> (la ecuación obtenida en este caso fue  $y = -17,486x + 1669.9$  con un  $r^2 = 0.5946$ ).

La hipótesis original planteada en la presente investigación sostiene que un aumento probable de la superficie cultivada o de la actividad económica general de la zona alta -a expensas del agua subterránea- originaría un aumento de los tenores salinos en el agua de riego del río Tunuyán inferior,

afectando en mayor o menor grado a la producción de los cultivos. En efecto, para satisfacer los requerimientos potenciales de un crecimiento futuro estimado en 20.000 ha se necesitarían 200 Hm<sup>3</sup>. Este volumen debería restarse a los caudales de los arroyos y vertientes los que -de ser aportantes de agua superficial de buena calidad- se verían transformados en colectores de drenaje, elevando la actual salinidad del agua de riego (del orden de los 1.130  $\mu\text{Scm}^{-1}$ ) a valores cercanos a los 1.420  $\mu\text{Scm}^{-1}$ . Quedaría así demostrada la progresiva salinización del río Tunuyán inferior.

Para evaluar la magnitud del impacto económico que podría sufrir el área de riego del río Tunuyán inferior por el potencial incremento de la actividad económica de la cuenca superior se utilizaron “funciones de producción” (Fussi, 1995). Este parámetro relaciona la producción obtenida en los viñedos del área con aguas con diferentes tenores salinos y a diferentes profundidades del agua freática. Los resultados fueron comparados con los obtenidos en función de la variable “conductividad eléctrica” del suelo (Mass y Hoffmann, citado en Pizarro, 1996) y –si bien insuficientes desde el punto de vista estadístico para la profundidad de suelos deseada (1,50 m)- muestran una clara tendencia de disminución de la producción frente a la salinidad del agua freática, expresada a través de la ecuación:  $(Kc= 6,57608/Ce-0,2857)$  donde: Kc es el factor de producción y Ce la concentración del agua de riego, expresada en  $\mu\text{Scm}^{-1}$  a 25 °C. La reducción calculada con las funciones de producción fue del 12% (para un parral de vid de variedades “criollas” que pasó de 250 a 220 Qm/ha y redujo su requerimiento de 880 a 867 mm/ año) y del 22% cuando se calculó por Maas y Hoffmann.



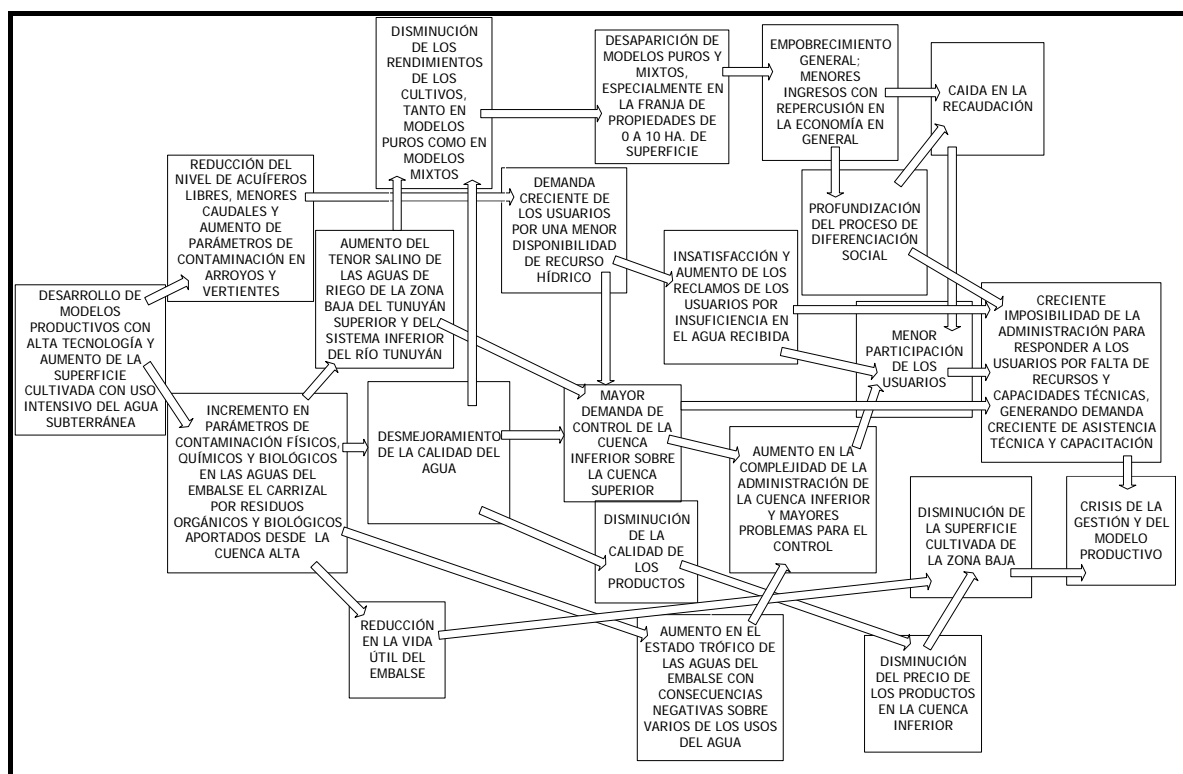
**Figura 1 - Relación Caudal – Salinidad**

A esta disminución de la producción habría que sumarle una disponibilidad extra (cercana al 50-60%) para mantener estable la salinidad en el perfil del suelo explorado por las raíces (relación de lixiviación). La superficie empadronada con agua superficial de la zona baja del río Tunuyán se reduciría entonces -en el mejor de los casos- un 33% (se pasaría de las actuales 81.714 a 54.545 ha.) y -en la situación más desfavorable- un 64%. Por último, a lo dicho se debería sumar la pérdida de calidad del agua subterránea producida por la percolación y recarga de acuíferos con agua de mayor salinidad, deterioro que, a lo largo del tiempo, afectaría la sustentabilidad del modelo productivo - hoy exitoso- de la zona alta del río Tunuyán Inferior.

### Evaluación de impactos

A partir de esta información se realizó la evaluación económica de los impactos sobre los medios físico-natural y socio-económico-cultural. Respecto del primero, se destaca el impacto de la salinización de los suelos del área del río Tunuyán inferior y de la contaminación del recurso hídrico. La situación descrita afectaría la calidad del agua del río Tunuyán inferior como

consecuencia del incremento de la salinidad, ocasionando el deterioro de la productividad de las áreas bajo riego y generando un aumento de la demanda para satisfacer los requerimientos de lixiviación de sales. De no tomarse a tiempo las medidas adecuadas, desaparecerían de la cuenca inferior del río Tunuyán las actuales 4500 ha de plantaciones de durazneros (cultivo “muy sensible” a salinidad del suelo) y se producirían importantes pérdidas de rendimiento en vid (cultivo “moderadamente sensible”). El valor anual de las pérdidas podría ascender a \$ 20.000.000 (1peso = 1dólar) y la oferta de agua disponible podría alcanzar sólo para un tercio de la superficie bajo riego, que actualmente asciende a 81.000 ha. Una vez identificados los impactos se elaboró el encadenamiento de efectos ambientales (Figura 2), para posteriormente efectuar una valoración cualitativa de los mismos por medio de la denominada "matriz de importancia". Como puede verse todos los efectos convergen en una crisis de gestión que podría extenderse al actual modelo productivo de la cuenca inferior y traducirse en una creciente imposibilidad de dar respuesta las demandas cada día más exigentes de los distintos usos y usuarios del recurso hídrico.



**Figura 2 - Encadenamiento de efectos ambientales**

### Caracterización socioeconómica

La metodología previó la clasificación de los productores del río Tunuyán Superior a través de una tipología de los distintos actores sociales. Se seleccionaron como indicadores el “tipo” de mano de obra utilizado en la explotación (familiar, temporaria, permanente) y la exclusividad o no del productor en relación a la planificación de las tareas de la explotación (en Mendoza el caso de no

exclusividad se asocia con formas tradicionales de contratación y con la pertenencia a distintos circuitos multisectoriales y ocupacionales, en los que hay una combinación de fuentes de ingreso). De esta manera resultaron siete tipos sociales agrarios: campesino (CAMP, sólo utiliza mano de obra familiar), productor familiar capitalizado ( PFC, utiliza mano de obra familiar y mano de obra temporaria), productor familiar capitalizado en transición (PFCT, utiliza sólo mano de obra temporaria), rentista (REN, utiliza solamente mano de obra familiar y la forma de manejo está a cargo no solamente del propietario), empresario (EMP, utiliza mano de obra familiar y mano de obra temporaria y la forma de manejo está a cargo no solamente del propietario) y empresario en proceso de capitalización ( EPN, utiliza solamente mano de obra temporaria y la forma de manejo está a cargo no sólo del propietario). Se incluyó también la categoría “abandono” (ABD, no utiliza ni mano de obra familiar ni mano de obra temporaria y la forma de manejo puede estar o no a cargo solamente del propietario). Si se asocia el tipo de productor con el tamaño de la propiedad, se ve que propiedades comprendidas entre 0 a 1,5 ha involucran a las tipologías CAMP, PFC, REN, PFCT y ABD, entre 5.1 a 25 ha se encuentran EMP, PFCT y EPN, entre 25.1 y 50 ha sólo EPN y más de 50 ha sólo PFCT. Si se hace una referencia al “agreed service level” se puede decir que los productores que dicen recibir suficiente agua (usuario satisfecho respecto a la cantidad , calidad y frecuencia con que recibe el agua) son los empresarios. Por el contrario, los productores más insatisfechos son los rentistas que han arrendado su propiedad, o parte de ella, por lo que existen diversas demandas para el uso del agua dentro de una escala productiva de hasta 5 hectáreas. Esta tipología de productores tiende a cultivar toda la superficie con derecho de riego como única salida para elevar la productividad de su propiedad. Por último, los que dicen recibir una oferta de agua excesiva, son los productores familiares capitalizados en transición. Posiblemente esto se deba a las diversas limitaciones (falta de posibilidades estructurales) para aprovechar la superficie bajo riego y explique la existencia de importantes fracciones incultas dentro de las propiedades.

Con respecto al perfil de participación los resultados obtenidos muestran que el usuario no está “participando” sino sólo “colaborando”. Su participación se limita al voto anual para la elección de las autoridades del canal (Inspector y Delegados) y a la “limpieza de cupos” del canal (Cuadro 1). No hay una toma de decisiones autónoma que responda a los intereses de los usuarios y la participación es restringida (no se ofertan niveles de participación como información ,consulta, toma de decisiones y control de gestión). En la cuenca del Tunuyán Superior todas las tipologías tienen, a excepción de los campesinos, una participación interesante. El productor familiar capitalizado y los empresarios -que prevalecen en la zona alta- tienen un alto grado de participación y les interesa, fundamentalmente, participar en la discusión de los presupuestos y en la elaboración del cuadro de turnos.



**Cuadro n° 1 - Porcentaje de productores que asisten a las reuniones (según tipología)**

PARTICIPACION	TIPOLOGIA DE PRODUCTORES							TOTAL (%)
	PFC	EMP	CAMP	REN	PFCT	EPN	ABD	
Asistencia a Reuniones Siempre o c/frecuencia	46,43	61,54	33,33	50,00	66,67	62,50	16,13	42,11
Rara vez o nunca	53,57	38,46	66,67	50,00	33,33	37,50	83,87	57,89
<b>Total (%)</b>	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

### Gestión

Los resultados obtenidos permiten afirmar que en el río Tunuyán superior el índice de ocupación efectiva del agua (superficie que paga el canon / superficie total empadronada) es *bajo a muy bajo* (46-60 %). En el supuesto de que se incremente la demanda de agua tal como lo plantea nuestra hipótesis el impacto sobre el volumen de agua disponible en la cuenca del río Tunuyán inferior podría llegar a ser muy importante siendo previsible el aumento de conflictos por escasez y baja calidad de aguas. Todo ello generará serios problemas de sustentabilidad y de distribución a la administración de la cuenca inferior.

En relación a los problemas de *mantenimiento y mejoramiento de la red de distribución* (Cuadro 2) se han medido bajos porcentajes de inversión en obras menores (8,9% para 1997 y el 8,1% para 1998) y una participación insignificante del rubro en los gastos totales de los organismos. Ello agrava la situación de obsolescencia de la red de riego, su falta de mantenimiento y avala las crecientes dificultades para distribuir en forma eficiente y equitativa el agua de riego. Asimismo, las inversiones en mantenimiento y limpieza oscilan, entre 21 y 28 % del total de los presupuestos. Este bajo índice explica los problemas económicos y el deterioro de la cuenca del río Tunuyán superior y determina un fuerte impacto sobre la gestión de distribución que deben realizar los encargados de la administración del agua de la cuenca inferior.

**Cuadro n° 2 - Inversiones por rubro en las Inspecciones de cauce  
del río Tunuyán superior (Año 1997)**

INSPECCION	Superf.	Presupuesto Total	Presup. Obras. Menores	% Incidencia	Mantenimiento y limpieza	% Incidencia	Viáticos Inspector	% Incidencia
<b>Zona Alta – Tupungato</b>								
<b>Asociadas</b>								
H. Gualtallary	56	7953,34	0	0,0%	500,00	6,3%	1200,00	15,0%
El Peral	352	17854,52	6053,76	33,9%	680,00	38,0%	2500,00	14,0%
H. La Pampa	564	20472,72	10948,85	53,5%	700,00	3,4%	1800,00	9,0%
Canal Esquina	1084	40278,47	3080,35	7,6%	9913,44	24,6%	3360,00	8,0%
Canal Matriz Este	2927	123850,65	16757,67	13,5%	30000,00	24,2%	15600,00	13,0%
Unificado								
<b>Promedio</b>				<b>21,70%</b>		<b>19,20%</b>		<b>11,8%</b>
<b>Zona Media – Tunuyán</b>								
<b>No asociadas</b>								
Canal Rincón	875	8200,00	1000,00	12,2%	2000,00	24,4%	0,00	0,0%
Asociadas								
Arroyo Grande	1299	43616,00	0	0,0%	12408,00	28,4%	8400,00	19,0%
Manantiales de								
Tunuyán Centro	2015	62932,00	10132,00	16,1%	9900,00	15,7%	15840,00	25,0%
Unificado								
Canal Manzano	2369	39800,00	6900,00	17,3%	9900,00	24,9%	4800,00	12,0%
Canal Vista Flores	2415	74972,00	0	0,0%	24000,00	32,0%	11840,00	16,0%
Canal Salas Carocas	3282	112586,00	8000,00	7,1%	43834,00	38,9%	15840,00	14,0%
Arroyo Claro	3289	92439,00	9000,00	9,7%	30100,00	32,6%	15840,00	17,0%
<b>Promedio</b>				<b>8,9%</b>		<b>28,2%</b>		<b>17,2%</b>
<b>Zona Sur – San Carlos</b>								
<b>No asociadas</b>								
Arroyo Villegas	1397	19900,00	6000,00	30,2%	11100,00	55,8%	500,00	2,0%
Canal Matriz Yaucha	8097	264337,63	21600,00	8,2%	156500,00	59,2%	10500,00	4,0%
Aguanda								
Canal Valle de Uco	10790	189294,25	10000,00	5,3%	77000,00	40,7%	12000,00	6,0%
Margen Derecha								
<b>Promedio</b>				<b>14,6%</b>		<b>52,0%</b>		<b>4,0%</b>

Fuente: Datos de los "Presupuestos de Gastos" y "Cálculo de Recursos" de las Inspecciones de Cauce del Río Tunuyán superior (Año 1997).

Respecto a la existencia de *problemas de contaminación* y a pesar de que la ley faculta explícitamente a los Inspectores de Cauce para "adoptar todas las medidas para prevenir, impedir o reducir la contaminación", los administradores manifiestan que no hay posibilidad de evaluación y

control de la calidad del agua, salvo en lo que hace a la detección de la fuente. De las entrevistas a los Inspectores de Cauce surge que en todos los casos se trata de la presencia de industrias en el área de influencia de la Inspección (sólo el 27 % conoce la magnitud y el lugar exacto en que se producen los vertidos). Una cosa similar sucede con el uso del agua subterránea (*de hecho* a cargo de la Subdelegación): sólo 3 de los 15 Inspectores entrevistados conoce cuántos turnos adicionales dan a las propiedades utilizando esa fuente y señalan no tener conocimiento ni control sobre este uso alternativo tan importante. Vale la pena resaltar que la ley señala entre las facultades y funciones de las Inspecciones las de "tener actualizado el plano catastral con demarcaciones e identificación del uso de aguas subterráneas".

Otro tema muy importante es la *distribución del agua* recibida por la Inspección a los *distintos usuario*. Los resultados obtenidos señalan que los Inspectores tienen: dificultades para una adecuada distribución y para que ésta sea sustentable en el tiempo (improvisación a causa de la falta de un modelo de distribución del agua debidamente acordado entre propietarios e Inspección, disponibilidad de la oferta sólo para satisfacer en cada turno de riego la mitad de la superficie empadronada de cada propiedad, a lo que se agrega -en la zona de vertientes y manantiales- una alta variabilidad de caudales de manejo en función de las condiciones de cada lugar y de la época del año).

Por último, respecto del *conocimiento y control* de los Inspectores *sobre otros usos y usuarios* distintos del agrícola, se señala que en todos los casos los usos están empadronados y son absolutamente irrelevantes en relación con el uso agrícola. Esto responde a que en la zona de estudio hay pocas industrias, el uso recreativo es poco significativo y sólo el uso urbano tiene alguna relevancia.

## **DISCUSION DE RESULTADOS**

Tanto la información disponible como los resultados de este estudio exhiben para el río Tunuyán inferior, indicadores certeros de un mecanismo dinámico de contaminación progresiva, aguas arriba-aguas abajo tanto del recurso superficial como subterráneo. Según los expertos, el acuífero del norte de Mendoza es la mayor acumulación de agua dulce en esta parte desértica del país. En la actualidad se piensa que en sus 600 m de profundidad se almacenan más de 50.000 Hm<sup>3</sup> de los que una cuarta parte se encuentra en franco proceso de contaminación a causa del bombeo descontrolado. Las zonas de recarga de los acuíferos así como el área alta del río evidencian -a una profundidad de 150 m correspondiente al promedio de profundidad de bombeo en la zona- concentraciones cercanas a los 1.500 µScm<sup>-1</sup>.

La complejidad del mecanismo del uso del agua en el área superior de la cuenca indica que los problemas a solucionar están muy vinculados con la gestión del recurso. Entre los aspectos más

importantes a comentar se encuentra la falta de una política hídrica regional que integre la administración del agua superficial con la del agua subterránea poniendo orden en el uso indiscriminado de ambos recursos. Se suma a esta situación el hecho de que quienes más agua superficial reciben sean los agricultores empresarios (EMP), los que además, utilizan -además- agua subterránea en sus perforaciones. Por el contrario no reciben agua los rentistas (REN), que representan a propietarios que alquilan su tierra a agricultores que no la poseen y que en la zona constituyen un elevado porcentaje de usuarios. Esta política restringe el apoyo a los verdaderos empadronados con agua superficial, castigando a los rentistas, pequeños agricultores que poseen estructuras económicas muy precarias.

Del análisis de los presupuestos de los organismos de usuarios (Inspecciones de cauce) se observa que la tasa de inversión en la impermeabilización de la red alcanza sólo a un 8%. Éste es un valor muy bajo si se pretende -en un plazo más o menos corto- reducir las pérdidas por infiltración de la importante red de canales de tierra existente. El citado indicador está señalando que también en este rubro falta una política hídrica que ponga énfasis en la preservación del agua superficial y genere castigos en el uso ineficiente del recurso. Por otra parte se observa que sólo un 28 % del presupuesto está destinado al mantenimiento de la red de riego, valor que también resulta bajo si se piensa en la responsabilidad de esta actividad en el control de las pérdidas vinculadas con la administración del sistema. Asimismo se observa que la *inversión en viáticos del Inspector* no guarda relación con la actividad desarrollada por aquél, y evidencia los bajos valores destinados a actividades prioritarias como la impermeabilización de nuevos tramos en la red de riego y/o a las tareas de mantenimiento de la misma. En términos generales no existen tareas de gerenciamiento hídrico que justifiquen aquella erogación, ya que -en la mayoría de los casos- no existe una activa política de control del empadronamiento del agua superficial/subterránea ni de sus distintos usos, objetivo al que podría estar destinada la cuestionada inversión. De igual forma, tampoco queda claro la responsabilidad de los Inspectores en el diagrama de los turnados del agua superficial de manera de distribuir el recurso teniendo en cuenta la eficiencia del uso del agua, la demanda y el empadronamiento correspondiente. Otra importante falencia de la mayoría de los administradores de la red de riego, es la falta de control de los problemas vinculados a la contaminación urbana e industrial del agua. Se completa así en la sub-cuenca alta del río Tunuyán, un panorama no demasiado alentador que resume deficiencias de gerenciamiento destinadas al ordenamiento, asignación del agua y control de su calidad.

Atendiendo a todo lo expuesto se concluye que -si bien los impactos negativos producidos en el área de riego del río Tunuyán inferior son de origen estructural- hasta el momento no se han desarrollado políticas administrativas tendientes a evitarlos. En función de lo analizado tendría que ponerse énfasis en el desarrollo de acciones administrativas para la totalidad de la cuenca y -con

ello- tratar de restringir las ineficiencias administrativas de la sub-cuenca superior al mismo tiempo que generar un ordenamiento de las asignaciones del agua en la sub-cuenca inferior. Para poder llevar a cabo estas políticas sería necesaria la unificación de la administración de las dos subcuencas. Esta herramienta permitiría no sólo un control de las asignaciones del agua superficial sino también la incorporación -en la distribución del recurso entre ambas sub-cuencas- de los valores de salinidad del agua del río Tunuyán, atenuando los impactos ambientales negativos producidos hasta el presente.

Como ha sido dicho el impacto ambiental que recibe la cuenca baja del río Tunuyán se manifiesta en: la salinización paulatina y consecuente pérdida de aptitud agrícola de sus suelos, la disminución del rendimiento potencial de los cultivos (en función de su sensibilidad a la salinidad), el incremento de los indicadores de contaminación (referidos al agua superficial o subterránea) a causa de los usos urbano-industrial y agrícola, la aparición de conflictos entre usos y usuarios del recurso, los bajos niveles de eficiencia de la gestión de los organismos de usuarios (en particular bajos niveles de recaudación) y, por último, la disminución de las posibilidades de desarrollo regional. Sin lugar a dudas, todos los determinantes de este impacto se traducirán en un deterioro de la calidad de vida de los habitantes de la zona y en el estancamiento del potencial productivo del área, aspectos sobre los que el Estado no puede delegar responsabilidades y para los que necesita respuestas válidas, rápidas y factibles. Es en este marco en el que se inscribe el presente proyecto de investigación como una forma de contribución a las posibles futuras soluciones del problema.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Los resultados obtenidos han puesto en evidencia que una sociedad moderna no puede administrar el agua de sus cuencas pensando sólo en una distribución proporcional y equitativa. Hoy se exige que el recurso más importante y dinamizador de la economía local sea administrado teniendo en cuenta el complicado mecanismo de interrelación de todas las variables intervinientes: la previsión de la demanda, el cómputo de la oferta (superficial y subterránea), los ciclos climáticos e hidrológicos, la calidad del agua (en especial la salinidad), la magnitud de las pérdidas y sus distintos orígenes, la dinámica de la economía, los modelos productivos y la movilidad de los actores sociales, entre las más importantes. La administración deberá considerar entonces tanto a aquellos factores estructurales como a los no estructurales para enfrentar el desafío del desarrollo sustentable de la región bajo su jurisdicción.

Las principales conclusiones del trabajo indican que, como consecuencia del actual aprovechamiento intensivo del río Tunuyán superior, se producirá -a corto/largo plazo- la contaminación salina del área inferior de la cuenca debido a la reducción de los caudales y a la

salinización del agua de riego. Ésta irá acompañada de la paulatina degradación de los suelos y del empobrecimiento de la población (agrícola y no agrícola) con la consiguiente migración y desaparición de la hoy pujante zona agroindustrial del este provincial. De no encararse a tiempo un intenso control sobre la contaminación del agua y sus distintas causas, se irá profundizando la degradación del recurso. A la contaminación salina, se le sumará la proveniente del uso inadecuado de las aguas urbanas, la industria y la minería, con serias consecuencias en un futuro no muy lejano. El panorama se complica aún más si a esto se agregan los efectos sobre el embalse El Carrizal, actualmente con serios problemas de eutroficación y sedimentación.

Entre las recomendaciones surgidas del análisis integral de la problemática merece destacarse la necesidad de incorporar al manejo moderno y sustentable del recurso hídrico de las zonas áridas la distribución del agua de riego de la cuenca en función de su concentración salina. Se lograría así prevenir serios impactos negativos, tal como se viene haciendo al sur de Mendoza con el río Colorado y en Australia con el río Murray Darling.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] **Azqueta Oyarsun, D.** (1999). *Valoración económica de la calidad ambiental*. Mc Graw Hill. Interamericana de España. SAU. España
- [2] **Burt, J.** (1993). *Prevención de la contaminación del agua por la agricultura y actividades afines*. En prevención de la contaminación del agua por la agricultura y actividades afines. Anales de la Consulta de Expertos, organizada por la FAO, Chile
- [3] **Chambouleyron, J.** (1995). *La administración descentralizada y participativa de los recursos hídricos. El caso de Mendoza, Argentina*. CIDIAT.- Mérida, Venezuela
- [4] **Chambouleyron, J.** et al (1996) *Evaluación de la contaminación del agua de riego en el oasis del río Tunuyán inferior. Mendoza*. XVI Congreso Nacional del Agua.. Octubre de 1996. San Martín de los Andes.
- [5] **Chambouleyron, J.** et al (1996). *Evaluación del manejo y control de la calidad del agua de riego en Mendoza.- Estudio de caso dique El Carrizal*. XVI Congreso Nacional del Agua.. Octubre de 1996. San Martín de los Andes.
- [6] **Comisión Nacional del Medio Ambiente, Secretaría Técnica y Administrativa (CONAMA)** (1994). *Manual de evaluaciones de impacto ambiental: conceptos y antecedentes básicos*. Chile.
- [7] **Departamento General del Irrigación** (1996). *Descripción preliminar de la subcuenca del río Tunuyán superior*. DGI, Mendoza
- [8] **Departamento General del Irrigación** (1996). *Descripción preliminar de la subcuenca del río Tunuyán inferior*. DGI, Mendoza

- [9] **Estevan Bolea, M. T.** (1984) *Evaluación del impacto ambiental*. Madrid, España
- [10] **Fussi, F.** (1995). *Contribution to a decision support system based on integration of GIS and simulation model. A case study in Tunuyán Inferior irrigation scheme (Mendoza, Argentina)*. ITC (International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences). Enschede, The Netherlands.
- [11] **Hernández, J.** (1998). *Aspectos hidrológicos del Valle de Uco, Mendoza*. Instituto Nacional del Agua, Centro Regional de aguas subterráneas. San Juan.
- [12] **Instituto Italo-Latino Americano (IILA) – Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídricas (Centro Regional Andino)** (1982). *Evaluación y optimización del uso del agua en grandes redes de riego*. Roma, 1982.
- [13] **Kotlik, L.** (1998) *Normas de agua para vertidos y calidad guía en los cuerpos hídricos superficiales. Provincia de Mendoza*. En Programa desarrollo institucional ambiental. Inédito. Argentina.
- [14] **Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)** (1974) *El agua y el medio ambiente*. FAO, Roma
- [15] **Petermann, T.** (1993) *Irrigation and the environment*. Part I: Influence of the irrigation on the environment and vice-versa. Internal working document. GTZ, Eschborn
- [16] **Petermann, T.** (1993) *Irrigation and the environment*. Part II: Environmental consideration in planning and operation. Internal working document. GTZ, Eschborn
- [17] **Pizarro, F.** (1996) *Riegos Localizados de Alta Frecuencia (RLAF)*. 3ª Edición. Ediciones Mundi Prensa, Madrid, España.
- [18] **V. Conesa Fdez-Vitora** (1995) *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. 2º edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, Barcelona, México.