

El Recurso Agua en el Departamento de General Alvear. Insumo Crítico para el Desarrollo Ganadero Bajo Riego.

Ing. Agr. (MSc) Fabio Tacchini

1. Introducción

En el presente capítulo se desarrolla una breve descripción del sistema de General Alvear, sus problemáticas y posibilidades de crecimiento en relación al recurso agua, y las limitantes de sus actuales fincas con derecho de riego. Las premisas se basan en el documento del Departamento General de Irrigación titulado "Plan director del Atuel" y en el extenso informe realizado por la consultora Harza-Hissa UTE, que se enfoca en la justificación de generación hidroeléctrica y en las posibilidades agronómicas del trasvase de aguas del Río Grande al Atuel. Se destaca, en éste último informe, la descripción y el diagnóstico de la situación de los sistemas de riego y las estimaciones de las potencialidades de riego de las diversas zonas. La obra hidráulica de Portezuelo del viento permitiría ampliar la zona de regadío, constituyendo la producción ganadera, una de las alternativas más viables para la región. El propósito de esta breve descripción es ubicar al futuro inversor ganadero en la problemática regional de aporte, distribución y utilización del agua en General Alvear, estableciendo las pautas para el crecimiento de la superficie destinada al cultivo de forrajeras y producción de carne.

2. Disponibilidad de agua y tierra en el Departamento de General Alvear

La disponibilidad de tierras con factibilidad de riego en el sur de la provincia, sobre todo de aquellas parcelas que están sin cultivar, es el factor productivo más importante a tener en cuenta en el desarrollo de una producción ganadera de engorde.

Existen tres grandes sistemas en la Zona Sur de la Provincia de Mendoza que irrigan 194.414 ha de tierra con derecho de riego y que benefician a 21.491 usuarios empadronados. Corresponden a las cuencas de los ríos Diamante, Atuel y Malargüe, y se distribuyen de la siguiente forma:

- Cuenca del Río Diamante, 81.463 ha y 9.142 usuarios (Plan Director del Río Diamante)
- Cuenca del Río Atuel, 109.612 ha, 11.844 usuarios
- Cuenca del Río Malargüe, 3.339 ha y 505 usuarios

General Alvear posee derecho de riego proveniente del río Atuel. Este río presenta un módulo de $34,7 \text{ m}^3 \text{ seg}^{-1}$, lo que implica un derrame anual de $1.096 \text{ hm}^3 \text{ año}^{-1}$. Existen dos embalses que se utilizan para la generación hidroeléctrica y como diques reguladores de caudal: la Presa de Embalse El Nihuil con capacidad de 219 hm^3 con tres centrales hidroeléctricas y el Embalse Compensador Valle Grande con 151 hm^3 de capacidad y una cuarta central hidroeléctrica. El caudal saliente al pie del valle Grande representa casi la totalidad de la erogación hídrica disponible para riego agrícola. Este gran sistema de riego cuenta con infraestructura de suministro y distribución de agua para riego, redes de drenaje, colectores y obras propias de sistematización de áreas bajo riego.

La superficie bajo riego con derecho definitivo y eventual del sistema del Río Atuel aguas abajo de Valle Grande es de 101.927 ha.

La red de riego consta de 16 canales que totalizan 2.487,8 km de longitud, distribuidos en 224,2 km de canales primarios, 377 km de canales secundarios y 1.886,6 km de canales terciarios. De los canales primarios y secundarios, sólo unos 60 km están revestidos. La mayoría son canales en estado precario.

En los últimos dos años se han desarrollado obras de conducción del agua de riego, destacándose el nuevo Canal Marginal del Atuel, cuyas últimas etapas están aún en construcción. Esto permitirá

mejorar la calidad del agua entregada en los canales que irrigan algunos distritos de San Rafael (Villa Atuel, Soitué, Jaime Prats y Real del Padre) y de General Alvear. Actualmente, ya se ha conseguido derramar mejor calidad de agua en el canal San Pedro, que irriga el sector sur oeste de regadío de General Alvear.

El canal matriz Nuevo Alvear, que abastece a la zona de Alvear y Bowen, se encuentra en un plan de revestimiento de aproximadamente 50 km en la red primaria y secundaria. La red de drenaje tiene unos 831,7 km de longitud y se encuentra distribuida en tres zonas y seis subzonas.

Tabla nº 1: Demandas Agrícolas de agua de riego ($\text{hm}^3 \text{ año}^{-1}$). Situación año 2002, Cuenca del río Atuel.

Escenarios simulados	Superficies (ha) y demandas ($\text{hm}^3 \text{ año}^{-1}$)
SCM	Superficie: 18.039 Demanda Neta: 190 Demanda Bruta: 668
SEP	Superficie: 29.377 Demanda Neta: 300 Demanda Bruta: 1.069
SCC	Superficie: 40.583 Demanda Neta: 419 Demanda Bruta: 1.487
SET	Superficie: 97.401 Demanda Neta: 1.007 Demanda Bruta: 3.585

SCM = Superficie cultivada mínima considerada para el análisis de sensibilidad (18 % del total empadronado).

S.E.P = Superficie empadronada con derecho a riego que se encuentra con la cuota del canon de riego al día o que se encuentra en condiciones de recibir el agua.

S.C.C = Superficie que resultó del Censo Nacional Agropecuario de 1988 y del Censo Departamental de 1996.

S.E.T = Superficie Empadronada Total para riego agrícola y recreativo.

Fuente: http://www.irrigacion.gov.ar/sitio/files/planes/info_PlanDirectorATUEL010206.pdf

De la superficie con posibilidades de riego del sur mendocino, sólo el 44 % se encuentra bajo cultivo, esto es, unas 79.200 ha, y existen unas 100.000 ha sin cultivo entre el Atuel y el Diamante. Se estima, para los cauces derivados del río Atuel, que la superficie inculta con derecho de riego suma 64.898 ha, lo que representa más del 60% del total de la superficie con derecho de las aguas superficiales de este cauce. Existen en la cuenca del Atuel 13.300 ha con concesiones de riego, pero que no son utilizadas por falta de infraestructura de distribución. Por otra parte, existen áreas sin derecho de agua, pero que la utilizan, estimadas para esta cuenca en, aproximadamente, 2.400 ha. La Tabla nº 1 muestra la diferencia entre lo realmente regado y la superficie con derecho de riego. Según consultas al Departamento General de Irrigación, las deudas en los cánones de riego y las cortas del derecho de aguas son una problemática de amplia difusión en los cauces derivados de menor porcentaje de superficie cultivada. Esta situación va acompañada de un alto porcentaje de abandono de las fincas, seguramente, como causa y no como consecuencia de dichas deudas y cortas.

Según se sostiene en el Plan Director del Atuel del año 2008, el módulo de agua del Atuel apenas alcanza para cubrir la demanda de la superficie empadronada con el canon de riego pago (SEP), es decir, para 29.377 ha (en base a una eficiencia total de utilización del agua del 28 % (distribución primaria y secundaria más aplicación)). Según la consulta realizada en la subdelegación del Atuel, Departamento General de Irrigación, el módulo diario medio asignado en la cuenca del Atuel para la superficie sistematizada (86.420 ha según censo DGI 1980) a la salida de Valle Grande, es de alrededor de $0,42 \text{ litros seg}^{-1} \text{ ha}^{-1}$, menos de la mitad del que se estima para el oasis del Río Mendoza ($1 \text{ l seg}^{-1} \text{ ha}^{-1}$).

En la cuenca del Atuel, el 57 % de los derechos de riego son definitivos, y el 43 %, eventuales. Los derechos definitivos se asignaron a principios del siglo pasado, luego de promulgada la Ley General de Aguas del año 1884. Esta ley se encuentra vigente en la actualidad y las áreas favorecidas y, por supuesto, sus dueños como beneficiarios, tienen pleno derecho a la dotación de agua, cultiven o no la tierra. Los derechos eventuales son aquellos asignados con posterioridad a los derechos definitivos y, a quien los tiene, se le garantiza un caudal equivalente al 80 % del derecho definitivo. Estos derechos de agua están legalmente asignados a la tierra y su modificación es sumamente dificultosa e implica fuerza de ley.

Las hectáreas empadronadas en General Alvear son las indicadas en la Tabla nº 2.

Tabla nº 2: Derechos de riego otorgados en General Alvear. Datos en hectáreas.

TOTAL	Definitivo	Eventual	TOTAL
Asociación Nuevo Alvear	13.748	218	13.966
Asociación Bowen	15.008	2.088	17.096
Canal San Pedro	5	13.673	13.678
TOTAL	28.761	15.979	44.740

Fuente: Subdelegación de Aguas del Atuel, datos de sistema de irrigación, Ago. 2009.

La problemática generalizada en los tres sistemas de riego es ocasionada por la gran cantidad de tierras incultas o subutilizadas, condicionadas por diversos aspectos, fundamentalmente, la baja eficiencia de conducción del agua y de utilización a nivel de predio (suelos arenosos), lo que hace imposible regar el total de la tierra con derecho de riego. Además, hay problemas aluvionales y de drenaje, atribuibles a la falta de capacidad de los cauces, como también a los colectores sin solución de descarga debido a redes de drenaje incompletas y al bajo nivel de mantenimiento.

3. Infraestructura de distribución

Al Departamento de General Alvear se derivan dos canales: Nuevo Alvear y 4to tramo del Canal Marginal del Atuel, que dominan, respectivamente, los oasis de Alvear y Bowen el primero, y la localidad de San Pedro (Carmensa) el segundo. La cobertura del oasis y el agua transportada por Nuevo Alvear es de 31.557 ha con un caudal medio de $13,07 \text{ m}^3 \text{ seg}^{-1}$ y máximo de $25 \text{ m}^3 \text{ seg}^{-1}$, y del Marginal del Atuel de 13.447 ha, con un caudal medio de $3,52 \text{ m}^3 \text{ seg}^{-1}$ y máximo de $7,5 \text{ m}^3 \text{ seg}^{-1}$.

3.1. Canal Matriz Nuevo Alvear

Este canal sirve a la mayor zona de riego del sistema Atuel, con 31.557 ha. La toma hacia General Alvear se realiza en el Dique Derivador Rincón del Indio. La obra de toma del canal en ese sitio tiene 2 compuertas deslizantes que dan paso a un canal revestido de sección parabólica de 4,7 km de longitud que conduce las aguas hacia la cámara desarenadora denominada La Olla. Esta última tiene profundidad variable con compuertas frontales de limpieza que descargan al río por un canal revestido en hormigón. Irriga el oasis de Alvear y Bowen. Su caudal de diseño es de

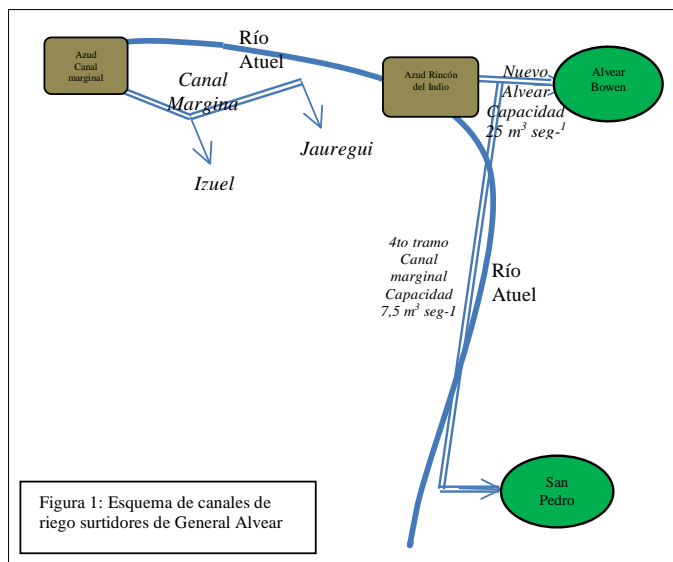


Figura 1: Esquema de canales de riego surtidores de General Alvear

25 m³ seg⁻¹. La Tabla 3 muestra los volúmenes mensuales promedios de los últimos años, según datos del Departamento General de Irrigación, Subdelegación Río Atuel. Se indica, además, que el módulo anual disminuirá en unos 20 - 30 hm³ año⁻¹ al quitar el A^o Aguaditas (lo que permitirá bajar la salinidad) y otros aportes menores al río por la puesta en servicio completa del Canal Marginal del Atuel.

Tabla 3: Volúmenes mensuales en (hm³) derivados en bocatoma Canal Matriz Nuevo Alvear.
Período julio1979 - junio 2008

Período/Mes	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Total
Promedio	0,34	23,93	36,74	38,35	38,35	35,88	40,03	35,83	37,37	29,44	23,63	1;09	356,40

3.2. Canal Marginal del Atuel:

Las aguas provenientes de colectores, drenajes y retornos de agua de riego de las áreas de los sistemas Atuel y Diamante descargan al Río Atuel con altas concentraciones salinas, de tal manera, que cuanto más aguas abajo se ubican las derivaciones, más deteriorada se encuentra la calidad del agua, agudizando el proceso de salinización de las áreas inferiores, con sus secuelas de reducción de la productividad y abandono de las tierras.

Como parte de la solución a los problemas anteriores, el Gobierno de Mendoza, a través del Ministerio de Ambiente y Obras Públicas, construyó el denominado "Canal Marginal del Atuel", subdividido en cuatro tramos con una longitud total de 64 km. El 4^o Tramo se inicia en

la margen derecha de la cámara desarenadora de La Olla, en sección rectangular, cruza el río por medio de un puente canal para alcanzar margen derecha. Luego, continúa en sección trapezoidal, salvando un total de dos saltos y puentes sobre desagües para alcanzar, finalmente, la obra de puente canal de cruce a margen izquierda. La longitud total del 4^o Tramo es de 24.700 m con un caudal de diseño derivado al Canal San Pedro de 7,5 m³ seg⁻¹. Riega la colonia de San Pedro del Atuel, situada en el extremo terminal del área de riego del Río Atuel, cuya superficie empadronada es de 13.447 ha, y 1.200 ha del distrito de Jaime Prats (San Rafael). El volumen medio anual es de 87 hm³ año⁻¹.



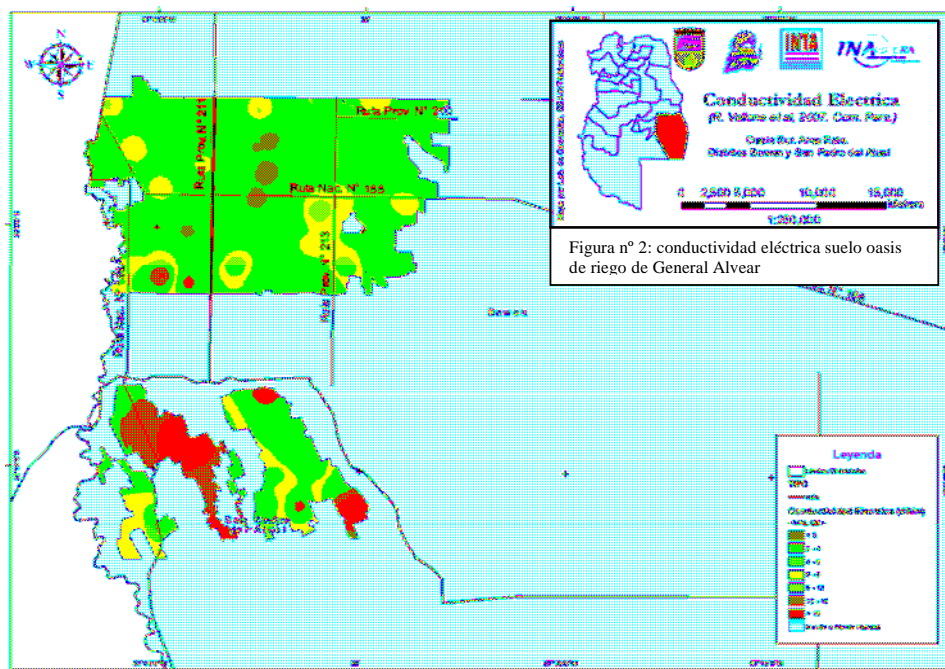
4. Eficiencias de riego y uso de los suelos. El problema de la salinidad

Como fue mencionado anteriormente, la baja eficiencia de distribución y de utilización predial del agua hacen que este recurso sea escaso en relación a la superficie de dominio de la infraestructura de riego existente. Según estudios relacionados al proyecto de trasvase del Río Grande, la zona sur de Mendoza tiene graves problemas de eficiencia de riego, siendo la cuenca del Atuel la de menor eficiencia, donde apenas un 28 % del agua total ingresada al sistema es realmente utilizada por los cultivos. Esta eficiencia puede desdoblarse en eficiencia de conducción (80 %), de distribución (70 %) y de aplicación (50 %). Este drenaje conduce a que muchos sectores que se encuentran regados con agua provenientes del río Atuel por la incorporación de colectores (A^o Aguaditas) y drenajes resulten con concentraciones salinas elevadas. El método predominante de riego predial es el tradicional por gravedad, en surcos para la vid, frutales, hortalizas y forestales, y por medio de

melgas o manto en pasturas y forrajes. Se observan procesos notorios de revenimiento y salinización de los suelos en algunas áreas de los sistemas de riego.

Atuel, Soitué, Real del Padre, Atuel Sud, Nuevo Alvear y San Pedro son los sectores más afectados. Los suelos en la parte baja de la cuenca del Atuel son en general de escasa pendiente y con problemas de drenaje. A pesar de la existencia de una compleja red de canales colectores (900 km), la salinización y revenición de los suelos son una problemática frecuente en estas zonas, con el consiguiente impacto sobre la productividad. El abandono de las parcelas por los bajos precios agrícolas contribuye, aún más, a la pérdida de la aptitud agrícola de los suelos. Básicamente, los problemas de salinización de los suelos se deben a la salinidad del agua de riego, agravado por la falta de lixiviación de sales que se concentran por evapotranspiración. Esta falta de lixiviación ocurre, principalmente, por la presencia de napas freáticas a poca profundidad que carecen de salida por no existir suficientes sistemas de drenaje. Además, existen zonas donde el manejo de riego primaveral, principalmente, produce excedentes que se traducen en recarga del agua subterránea (niveles freáticos entre 1 y 2,5 m según momento del año (R. Pereira, comunicación personal).

Otro factor que contribuye a la salinización es la textura de los suelos que, pese a predominar la franco arenosa, se intercalan con capas de tipo franco-arcilloso hasta arcilloso que crean ambientes de escasa permeabilidad, concentrándose las sales por evapotranspiración de agua. Este proceso activo de salinización debe ser atendido con mucha precaución, ya que requiere de conocimientos del manejo del agua por parte de los agricultores sobre prácticas de lavado, manejo de requerimiento de lixiviación, etc., evitando recargas de freáticas. Hay grandes superficies de suelos improductivos que están nivelados y con restos de cultivos anteriores. Hoy, muchos de estos suelos se encuentran salinizados e invadidos por especies adaptadas a esta situación (como tamarindo, pichana, etc.). El abandono trajo consigo el enmalezado de los colectores y, consecuentemente, el aumento del nivel freático de la zona agravando aún más la situación. Por otra parte, hay ejemplos de propiedades recuperadas que en algunos años de trabajo alcanzaron los niveles de producción promedios de la zona. Hay muy pocos antecedentes de suelos sódicos en la zona, lo que es favorable para su recuperación.



Mas abajo de Villa Atuel, los problemas tienden a ser más frecuentes por el desmejoramiento progresivo de la calidad del agua de riego. Para ésta última zona (comprendida entre los canales

Jáuregui, Atuel Sud, Real del Padre, Nuevo Alvear y San Pedro) el agua de riego es siempre de una salinidad superior a $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ (para el caso de San Pedro hasta la puesta en funcionamiento del 4º Tramo del canal Marginal en agosto de 2009, los tenores salinos del agua de riego superaban normalmente los $2,0 \text{ dS m}^{-1}$), lo cual indica que los suelos, en promedio, tienen valores de salinidad del extracto de saturación superiores a 2 dS m^{-1} , encontrándose como valores modales típicos 3 y 4 dS m^{-1} (informe Harza).

En el sistema Diamante se estiman unas 8.500 ha con problemas de niveles freáticos altos, y 10.000 ha en el Atuel, con revenimiento y procesos de salinización. En el caso puntual del Departamento de General Alvear, se han determinado en Bowen 3.679 ha muy salinizadas, y 1.357 ha, en Carmensa (Informe Harza).

Otros estudios¹ indican que casi el 53 % de la superficie se encuentra afectada por salinidad con valores de conductividad superiores a 5 dS m^{-1} . Por otra parte, de acuerdo a observaciones realizadas por la Subdelegación del río Atuel en General Alvear, un 40 % de los suelos están afectados por sales, el 42 % tiene freática a menos de 1 m, y el 84 % tiene la freática entre 1 y 2 m de profundidad. Otras fuentes revelan que los suelos predominantes en su capa superior son de texturas medias y de contenido salino variable. Según estudios recientes, está salinizada el 75 % de la superficie, en tanto que casi el 50 % está gravemente afectada (ver Figura nº 2, gentileza Ing. Agr. Roxana Vallone, INTA Lujan de Cuyo).

En la zona de San Pedro, la aptitud agronómica de los suelos y el desempeño de las explotaciones agrícolas están gravemente afectados por una conjunción de factores mencionados anteriormente. El agua de riego ingresa a las propiedades con alto contenido salino (alrededor de $2,0 \text{ dS m}^{-1}$), con sales que provienen de los desagües de fincas aguas arriba. El uso continuado e inadecuado de esta agua trae problemas de salinización de los suelos. Es difícil realizar lavados, dada la freática cercana.

La construcción de obras de drenaje, el cumplimiento de los volúmenes de lixiviación de sales, la siembra con especies y variedades resistentes a salinidad y los ensayos locales de siembra de pasturas son prácticas que tienden a mejorar el panorama productivo.

Actualmente, la finalización de la obra del 4º tramo del canal marginal del Atuel ha permitido el aporte de agua de mejor calidad a esta zona, contribuyendo notablemente con el manejo agronómico que se proponga para las propiedades agrícolas de San Pedro del Atuel.

5. Agua subterránea

Según el Proyecto de Modernización de Nuevo Alvear - DGI-PROSAP, la zona bajo riego de General Alvear se encuentra sobre una cuenca de agua subterránea denominada Sur o de los ríos Atuel y Diamante. Este reservorio se extiende entre el río seco La Hedionda al Norte, el río Atuel y los Médanos de Picardo al Sur, la Bajada Pedemontana de 25 de Mayo-Rincón del Atuel al Oeste y, hacia el Este hasta la llanura desértica. La cuenca hidrogeológica abarca una superficie aproximada de 8.000 km^2 . La existencia de acuíferos confinados y no confinados tiene el mismo origen de las demás unidades hidrogeológicas, es decir, en la medida que se avanza hacia el Este, el material es de menor tamaño, y la permeabilidad, disminuye. Los estudios geofísicos realizados por el INA (Instituto Nacional del Agua) hasta la fecha, en la cuenca Diamante - Atuel, han definido dos horizontes acuíferos; el acuífero superior entre 0 y 60 m, y un acuífero principal entre los 60 y 200 m de profundidad.

La recarga subterránea se produce, principalmente, por la infiltración ocurrida en tres fuentes; en primer lugar, el lecho del río Diamante, fundamentalmente, en la zona de la isla del Diamante (hasta $130 \text{ hm}^3 \text{ año}^{-1}$ en temporadas húmedas); en segundo lugar la infiltración en las parcelas regadas (se estima que el 40 % del agua aplicada se pierde) y, por último, la infiltración en los canales de riego

¹Estudio realizado en Real del Padre mediante el convenio FAO-DGI-Japón en 1990.

(se estima se pierde el 53,6 % del agua). Todas las cifras están consignadas en la Manifestación General de Impacto Ambiental (MGIA) del Proyecto Marginal del Atuel, 1998.

El volumen de agua total almacenado en los depósitos aluviales de ambos ríos se estima en 200.000 hm³, considerando tanto al acuífero libre como a los semiconfinados y confinados. En el área del oasis el almacenamiento es del orden de los 32.500 hm³.

Según el Plan Director del Atuel del Departamento de Irrigación, se estima que es posible extraer de las reservas alrededor de 1.600 hm³ año⁻¹ sin deprimir excesivamente los niveles actuales de explotación, correspondiendo 30 % a la cuenca del Atuel, 480 hm³ año⁻¹.

El bombeo total anual en la zona se estima, como máximo en 120 hm³ año⁻¹, muy lejos de los 480 hm³ año⁻¹ disponibles. En los Departamentos del sur, se encuentran unas 2.000 perforaciones, de las cuales, el 40 % está en condiciones de uso. La profundidad de las perforaciones varía entre los 30 y 250 m. Los rendimientos específicos más altos se encuentran en la parte correspondiente a la zona Oeste de la cuenca del Atuel y superan los 40 m³ h⁻¹ m filtro⁻¹, mientras que en el Este de la cuenca (Alvear) son de 20 m³ h⁻¹ m filtro⁻¹. Para considerar las extracciones de los acuíferos subterráneos en los balances, en la Tabla n° 4 se muestran los volúmenes extraídos e ingresados al acuífero de la cuenca del Diamante y del Atuel.

Tabla n° 4 - Volúmenes del acuífero de la Cuenca Diamante–Atuel (hm³ año⁻¹)

Ingresos acuífero libre hm ³	
Infiltración ríos	130
Infiltración canales	990
Percolación área de riego	465
Total	1.585
Egresos acuífero libre Hm ³	
Bombeo agricultura y otros	120
Drenes riego	155
Salida Diamante	234
Salida subterránea	370
Total	879
Excedente	706

Como puede observarse, el acuífero no se encuentra en una condición desfavorable y no existe una sobreexplotación del mismo, existiendo la posibilidad de un mayor uso del recurso. Quizá, la utilización de pozos como complemento de riego es la verdadera solución, al menos a corto plazo para desarrollar la producción de forraje del departamento.

En la zona de regadío de Alvear dependiente de la SARA (Subdelegación de aguas del Río Atuel), existen censados 371 pozos. De estos pozos, 107 corresponden al acuífero superior, y 230, al acuífero principal; del resto no se posee el dato.

La calidad de agua para riego se conoce sólo en 159 pozos (43 %). De acuerdo a la clasificación de James et al (1982)², de los 159 pozos con información, 53 de ellos son de calidad permisible, 87 de calidad dudosa y 19 de calidad inapropiada para riego.

En cuanto a los caudales de los pozos, de las 371 perforaciones hay información en 319 de ellas. Se observa que en 129 los caudales superan los 200 m³ h⁻¹ y llegan hasta 350 m³ h⁻¹, otros 159 pozos se ubican entre 50 y 200 m³ h⁻¹ y solo en 31 pozos hay caudales menores a 50 m³ h⁻¹ (datos: Proyecto Modernización Nuevo Alvear - DGI – PROSAP.). Actualmente (2011), se están utilizando 57 pozos entre los existentes en Alvear y Bowen (datos provenientes de consumo eléctrico). Existen numerosas perforaciones administradas por consorcios de regantes, muchos de ellas, con dificultades en el estado societario. El estado de actividad de estos pozos no se conoce.

Los productores de San Rafael ubicados en las zonas que poseen mejor rentabilidad económica utilizan este recurso como práctica habitual. La aleatoriedad del recurso superficial convierte al agua

subterránea en el recurso fundamental para asegurar la provisión de agua y extender la superficie irrigada.

6. Parcelamiento rural

Según el mapa parcelario de las cuencas de los ríos Atuel y Diamante, existen zonas donde el parcelamiento es más intenso (Real del Padre, ciudades de Alvear y San Rafael, Rama Caída y Bowen), y otras, donde las divisiones definen parcelas más grandes (Canal Babacci y San Pedro del Atuel, principalmente).

Un gran número de estas parcelas se encuentran improductivas. De acuerdo a análisis económicos realizados por el autor (Ganadería de General Alvear, en prensa), se considera al parcelamiento como una debilidad cuando dificulta la conformación de unidades mínimas rentables que, según se muestra en los análisis económicos de modelos productivos, son superiores a la superficie media de las parcelas.

La gran mayoría de los usuarios posee pequeños lotes de terrenos, como se desprende del promedio general de los predios con derechos de agua: 5,7 ha en el sistema de riego del Río Diamante, 9,3 ha en el del Río Atuel. Sin embargo, algunas medidas de integración horizontal pueden, reducir la división estableciendo unidades de manejo más adecuadas.

En el oasis de San Pedro, el problema es aún mayor porque originalmente constituyó un plan de colonización. Luego pasaron al gobierno de la Provincia, que las asignó en fracciones a colonos, que en muchos casos no tomaron posesión o las abandonaron por falta de rentabilidad. Hubo además un sector que nunca fue entregado. En consecuencia, gran parte de las más de 13.000 ha de San Pedro con derecho eventual no es regada por ser aún terrenos estatales o de particulares que nunca hicieron uso, o que abandonaron la agricultura debido a la calidad agronómica de sus suelos, que no podían cultivarse sin una recuperación previa (Ing. R.Pereira, Departamento G. de Irrigación, comunicación personal).

7. Superficie irrigada en el Departamento. Cultivos

Se realizaron estimaciones de la superficie irrigada en General Alvear a través del análisis de imágenes satelitales Landsat (Proyecto PNUD FAO ARG 00/08, junio 2004), cuyos resultados se muestran en la Tabla nº 8 al final del trabajo, y de los resultados del Censo Nacional Agropecuario 2008 (Tabla nº 5 y 6). Las dos fuentes (Imagen y Censo) muestran discrepancias, en el número de hectáreas por cultivo, probablemente, debido a que con la imagen satelital no se discriminaron los cultivos bajo tela antigranizo. Sin embargo, ambos sistemas coinciden en la superficie total cultivada, indicando el Censo 2008 14.694 ha, y 13.900 ha el análisis satelital, con una diferencia de 794 ha que puede ser debida a cambio de superficie de cultivos entre el año 2004 y 2008.

Tabla nº 5: Superficie por cultivo en ha, Departamento de General Alvear (CNAgropecuario, 2008)

Vid	3.889,3
Olivo	61,5
Frutales	6.637,3
Hortalizas	588,0
Forestales	596,3
Forrajes	2.922,0
Total	14.694,4

En la Tabla nº 6 se muestran los resultados del Censo 2008 sobre la superficie sistematizada y regada en el departamento. Las tablas muestran claramente la diferencia entre la superficie

empadronada con derecho de riego de la Tabla nº 2 (44.740 ha) y las realmente irrigadas. Parte de esta diferencia (20.072 ha) no es declarada por los productores como tierra con derecho de riego, por lo que debe responder a tierras con derecho otorgado y nunca cultivadas (generalmente terrenos estatales destinados a colonización y nunca asignados), o a tierras abandonadas desde hace años que prácticamente nunca se cultivaron (según comunicación de productores de la zona). La diferencia restante de aproximadamente 10.000 ha, corresponden a 3.173 ha que aún no se sistematizaron para riego y 6.852 declaradas como no cultivadas por salinización u otras causas, normalmente a la escasez del recurso hídrico. Esta alarmante situación indica que, solamente, se cultiva el 32 % de las tierras con derecho de riego.

Tabla nº 6: Derechos de riego y área irrigada declarados por productores de General Alvear (CNAgropecuario 2008)

<i>Total derecho de riego</i>	<i>24.668,1</i>
Derecho de riego definitivo	23.199,5
Derecho de riego eventual	1.468,6
Total sistematizado para riego (1)	21.495,2
Parcialmente sistematizado	6.342,0
Totalmente sistematizado	16.310,0
Sistematizado no cultivado (2)	1.829,0
No implantado por salinidad u otras causas (3)	5.023,4
<i>Cultivado (4)</i>	<i>14.642,8</i>

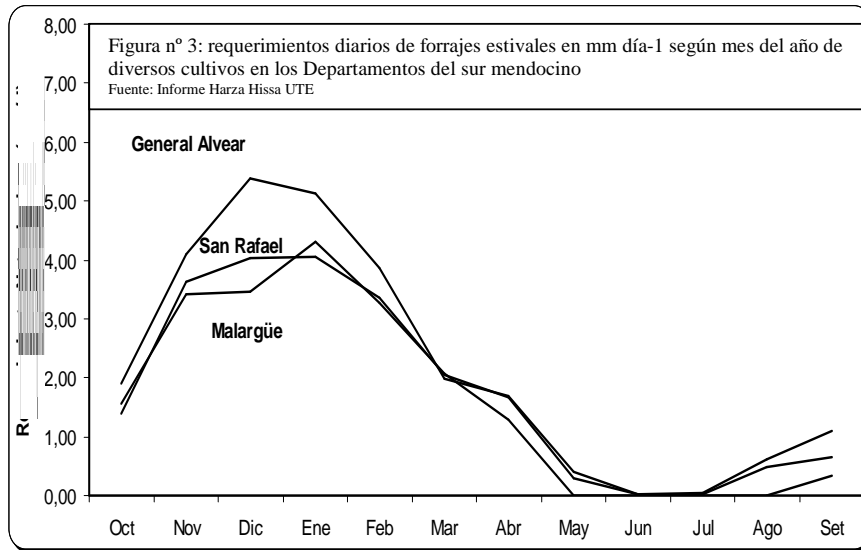
En cursiva datos directos del CNA 2008. En itálica estimados

(4): Cultivado, estimado de +(1)-(2)-(3)

8. Necesidades de agua para la producción de forraje

La Figura nº 3 muestra los requerimientos de riego de los tres departamentos irrigados en el sur de Mendoza, encontrándose valores superiores para General Alvear en relación a los otros Departamentos sureños, sobre todo en los meses de máxima demanda. Para estas estimaciones realizadas en el informe Harza, 1997, se utilizaron las demandas o necesidades de agua para un conjunto de cultivos, con base en el procedimiento Penman Monteith, y los valores de los coeficientes de cultivo Kc ajustados para algunas especies y adoptados como promedios estimados para la región en estudio. Se observan los requerimientos netos de riego para el cultivo de forraje en los departamentos sureños, calculados como la demanda o necesidad del cultivo menos la precipitación efectiva. La mayor demanda para General Alvear es debida a su clima algo más cálido y seco que el de sus departamentos vecinos. Si bien esto es una desventaja desde el punto de vista de la necesidad de agua, posibilita una mayor producción forrajera.

El módulo anual por ha estimado para General Alvear asumiendo una precipitación media de 300 mm año⁻¹, y considerando los requerimientos de lixiviación, es de 11.000 m³ ha⁻¹.



9. Estimación de la potencialidad de crecimiento de la superficie destinada a la producción de forrajes en la zona de regadío de General Alvear

De lo expuesto anteriormente, puede sintetizarse que la zona de riego de General Alvear está muy afectada por falta de agua y problemas de salinización, agravado por el abandono del riego en muchas fincas por falta de rentabilidad de los cultivos. En la cuenca del Atuel, el déficit hídrico se debe a la asignación de derechos de riego superiores a las posibilidades de riego del río, y a las deficiencias en la conducción y riego intrapredial. La construcción del canal marginal del Atuel disminuye las pérdidas de conducción de la red primaria y ha permitido solucionar parte el problema, aunque es una medida aún insuficiente.

En este contexto de escasez de agua, para calcular la posibilidad de expandir el área irrigada de Alvear, se comparará la superficie de cultivo que realmente puede ser regada de acuerdo al agua disponible, con la superficie actualmente regada. En la Tabla n° 7 se muestra la necesidad de agua promedio de los cultivos de Alvear.

Tabla n° 7: Estimación de la necesidad promedio de riego en lámina anual de riego en los oasis de General Alvear.

Cultivos	Ha según CNAgr. 2.008	Lámina de riego en mm año ⁻¹ (a)	Lámina de riego con req. lixiviación 25 % en mm año ⁻¹
Forestales	596,3	1.079,7	1.349,6
Forrajes	2.922,0	869,2	1.086,5
Frutales	6.637,3	744,4	930,5
Hortalizas	588,0	779,9	974,9
Olivo	61,5	656,2	820,3
Vid	3.889,3	560,5	700,6
TOTAL	14.694,4		
Promedio		735,2	919,0

(a) Según Morábito et al. 2008 para General Alvear con probabilidad de evapotranspiración y de precipitación 50%. Frutales corresponde a duraznero, Forrajes a alfalfa, Forestales a álamo, Hortalizas a espárrago.

De los datos obtenidos, se puede realizar la siguiente estimación:

$$\text{Módulo anual asignado a G. Alvear } \text{hm}^3 \text{ año}^{-1} = \\ 356 \text{ Hm}^3 \text{ año}^{-1} \text{ N. Alvear} + 87 \text{ hm}^3 \text{ año}^{-1} \text{ S. Pedro} = 443 \text{ hm}^3 \text{ año}^{-1}$$

$$\text{Equivalente ha de un módulo de } 443 \text{ hm}^3 \text{ año}^{-1}, \text{ considerando un módulo anual} \\ \text{de } 7.352 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ (Tabla n}^\circ \text{ 7)} = \\ 443.000.000. \text{ m}^3 \text{ año}^{-1} / 7.352 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} = 60.255 \text{ ha año}^{-1}$$

Superficie considerando eficiencia global de uso y riego 28% =

$$60.255 \text{ ha año}^{-1} \times 0,28 = \mathbf{16.871 \text{ ha año}^{-1}}$$

Para este cálculo, se destaca que se consideró la necesidad de lámina de riego de la Tabla n° 7 *sin* requerimiento de lixiviación, ya que el mismo está comprendido en la enorme ineficiencia de aplicación predial considerada (55 %). El dato obtenido es superior a la superficie actualmente cultivada según el CNAgropecuario 2008. Se considera, que con el agua de turno puede regarse adecuadamente 2.200 ha adicionales a las 14.600 ha actuales. Si a ello se suma que unas 1.000 ha estarían regadas por los 57 pozos en uso, se puede estimar que con las condiciones actuales de eficiencia sólo pueden regarse otras 3.200 ha. Sin embargo, son alentadoras las estimaciones supuestas para General Alvear de los técnicos especialistas en riego (Morábito, comunicación personal), quienes estiman que es factible, llegar sin mayores inversiones y tecnologías a eficiencias globales de distribución del agua del 80 %, y prediales del 70%, con una eficiencia global del sistema de 56 %, el doble del actual. Esto permitiría duplicar el área con posibilidades de riego, que con la actual proporción de cultivos sería de 33.742 ha.

Debido a la mayor necesidad de agua de las forrajeras en relación al promedio de la región, y a la gran necesidad de agua de los forrajes durante enero que es el mes de mayores requerimientos hídricos, se decidió calcular la capacidad de riego, con el fin de estudiar la posibilidad de cubrir este requerimiento. Para ello (ver Tabla n° 7), se balancea el máximo ingreso de agua al sistema esperable en el mes de enero (cuando el módulo erogado en Valle Grande es el máximo: $49 \text{ m}^3 \text{ seg}^{-1}$), con el requerimiento de agua de los cultivos en el mes de máxima necesidad, enero. Una vez determinadas la superficie potencialmente irrigable que corresponde a una eficiencia de distribución y riego del 100 %, se afecta a esta superficie por la real eficiencia del sistema, y luego por la potencial. Este análisis implica considerar que toda la superficie de forrajes tiene su máximo requerimiento en enero, lo cual es una premisa que puede no ser cierta en el caso de incorporarse verdeos invernales.

El análisis muestra que para el caso de las forrajeras y con las condiciones de eficiencia de distribución y riego predial actuales, la capacidad de riego es aproximadamente 5.100 ha menor que la existente para el promedio de cultivos (16.871 ha – 11.765 ha = 5.106 ha), equivalente a un 30 % menos.

Por lo tanto, si las ha teóricas aún factibles de regar por disponibilidad de agua son 3.200 ha, en el caso de incorporarse forrajes la disponibilidad será un 30% menor, 2.240 ha. Si la superficie hoy cultivada en el oasis de Alvear es de solamente 14.600 ha, las posibilidades de crecimiento, utilizando la tierra sistematizada para riego según el CNAgropecuario 2008, es de aproximadamente 7.000 ha. De esta superficie, solamente podrían incorporarse en base al actual recurso y eficiencia de utilización unas 2.200 ha de forrajes.

Tabla nº 7: Estimación de la superficie de forrajes estivales que pueden potencialmente ser regadas en los oasis de General Alvear, en base a: caudal máximo entregado vs máxima necesidad de lámina de riego.

Canal		Nuevo Alvear	4to tramo Marginal del Atuel	TOTAL
Sector Irrigado		Alvear Bowen	San Pedro (Carmensa)	Oasis de riego de General Alvear
Caudal máximo m ³ seg ⁻¹ (1)		19,1	5,8	24,9
Módulo diario máximo m ³ día ⁻¹		1.650.240,0	501.120,0	2.151.360,0
Necesidad máxima diaria m ³ ha ⁻¹ (4)		51,2	51,2	51,2
Has que pueden ser regadas adecuadamente con agua del Atuel, según eficiencia de distribución y aplicación de riego	100 %	32.231,0	9.788,0	42.019,0
	28 % (2)	9.025,0	2.741,0	11.765,0
	56 % (3)	18.050,0	5.481,0	23.531,0
Ha empadronadas		31.062,0	13.678,0	44.740,0
Diferencia en ha. que podrían ser regadas por aumento de eficiencia de distribución y utilización del agua de riego, del 28 al 56%		9.025,0	2.741,0	11.765,0

- (1) Caudal otorgado cuando el caudal erogado en Valle grande llega a 49 m³ seg⁻¹. Se está considerando un resultado de máxima en un año de escorrentía normal (Ing. R.Pereira, comunicación personal). Según los promedios mostrados en la Tabla nº 3, el caudal máximo promedio para el canal Nuevo Alvear del mes de enero es equivalente a 15 m³.seg⁻¹, menor al máximo considerado por lo que la estimación es optimista.
- (2) Según informe Plan Director del Atuel esta es la eficiencia media en su cuenca (Se resta requerimiento lixiviación del 20 %, ya comprendido en la ineficiencia de aplicación predial).
- (3) Según estimación Ing. Morábito, FCA-UNCuyo, eficiencia esperable con inversiones de impermeabilización total red primaria, eficiencia distribución secundaria 80 % y mejora técnica de riego al 70 % (Se resta requerimiento lixiviación del 20 %, ya comprendido en la ineficiencia de aplicación predial).
- (4) Resultado de sumar el requerimiento máximo de enero restando precipitación esperada = 5,12 mm día⁻¹ (Dato Informe Harza).

Para regar las restantes 4.800 ha sistematizadas o una superficie mayor, será necesario realizar alguna obra o cambio tecnológico. Las principales alternativas que pueden permitir esta situación son:

- Mejorar la eficiencia de distribución y de utilización en finca. La actual eficiencia es de apenas el 28 %. Según el Plan Director del Atuel (2008), mediante obras de limpieza, impermeabilización y mejoramiento de técnicas de riego, es razonable esperar una eficiencia global del 56 %. Por ejemplo, para incorporar con forrajes las 4.500 ha sistematizadas para riego, actualmente sin factibilidad hídrica, bastaría lograr una eficiencia general del 38 %, que es inferior a la potencialmente alcanzable.
- Utilización de agua subterránea. Si pueden hacerse pozos de riego que permitan abastecer parte del agua de los meses con más demanda, la cantidad de agua necesaria del turno bajaría considerablemente y se podría utilizar toda la superficie sistematizada.
- Los productores deberían derivar parte de sus tierras a producciones de demanda no estival. Por ejemplo, en el caso de forrajes, a la producción de verdeos invernales. Esto aliviaría la demanda de los meses críticos.

10. Conclusiones

- Con el actual recurso hídrico, que incluye el riego de unas 1.000 ha con agua subterránea, eficiencia global de distribución y riego del 28 %, es factible incorporar unas 2.200 ha de forraje.
- Mejorando la eficiencia de distribución y utilización al 38 % (incremento marginal del 35%), o mediante el uso de agua subterránea pueden incorporarse 7.000 ha de forrajes estivales, actualmente sistematizadas para riego por superficie.

- c. *Mejorando la eficiencia global de distribución y riego predial a un 56 %, se podrían incorporar 2.200 ha + 11.765 ha = 13.965 ha de forrajeras de verano. Esto requiere la sistematización (nivelación, desalinización y/o incorporación de tecnología de riego) de alrededor de 7.000 ha que se suman a las detalladas en el punto b.*

Finalmente, puede resumirse que los datos censales y estimados de las tablas indican que la capacidad del río Atuel y de su sistema de regadío para aportar agua a General Alvear es limitada y muy inferior a la necesaria para cubrir la superficie con derecho de riego, haciendo del agua un recurso escaso e insuficiente para irrigar la totalidad de la superficie empadronada. Permiten además, estimar que los agricultores sólo están cultivando la superficie de suelo que puede ser adecuadamente irrigada por el recurso proveniente del turno y por ineficientes métodos de riego por superficie, y sólo es ligeramente suplementada con la utilización de agua subterránea, a diferencia del Norte de San Rafael, donde el complemento con agua subterránea es importante, circunstancia seguramente impulsada por la mayor rentabilidad de los viñedos de uva fina. En General Alvear gran parte de los propietarios “mantienen” los cultivos que pueden regar sin mayores inversiones.

Teniendo en cuenta la escasez del recurso hídrico, es evidente que un proceso de desarrollo de General Alvear, y especialmente de zonas como San Pedro, implica al menos la elección por parte de los productores de sus mejores tierras, de menor salinidad, mejor calidad y mayor profundidad de suelo, debiendo ser descartadas, mientras perdure esta situación, las tierras más afectadas por la salinidad. En cuanto a San Pedro, se calcula que se cultivan solamente 2.507 ha, estimándose que el actual recurso hídrico y tecnología permite solamente la incorporación de otras 700 ha. El crecimiento a corto plazo dependerá de la ejecución de obras de impermeabilización, de nuevas perforaciones, o de mejora en los sistemas de riego parcelario. Caso contrario, sólo se podrán hacer pasturas desplazando a otros cultivos lo que seguramente será en una superficie limitada.

En base al módulo del Río Atuel, se puede estimar un potencial de crecimiento de la superficie destinada a forraje en General Alvear de aproximadamente 14.000 ha. Para ello es necesaria la mejora de la distribución del agua, la modernización por parte de los agricultores de sus sistemas de regadío, y la incorporación de sistematización para riego de 7.000 ha.

Un proceso de desarrollo ganadero bajo riego para General Alvear que implique la utilización de grandes extensiones con alta demanda hídrica no puede ser enfocado únicamente con una visión de rentabilidad ganadera, sino fundamentalmente de desarrollo y optimización del recurso hídrico. Es necesario un proyecto que involucre a todos los actores.

Un factor positivo a tener en cuenta, y que se desprende de la Tabla nº 5, es que el 20 % de la superficie cultivada es destinada a pasturas, lo que indica que los agricultores poseen experiencia en esta actividad.

Finalmente, no debe olvidarse la factibilidad de la ejecución del proyecto de trasvase de parte del Río Grande al Atuel, lo que permitiría aumentar el caudal de riego para la cuenca de este río en unos 30 m³ seg⁻¹. Parte de esta agua debería destinarse a Alvear, permitiendo un crecimiento superior al estimado.

Referencias

- *Plan Director del Río Atuel. 2008. Departamento General de Irrigación - Proyecto PNUD/FAO/ARG/00/008. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de la Nación*
- *Gobierno de Mendoza*
- *APROVECHAMIENTO INTEGRAL DEL RIO GRANDE, AÑO XX. Consultora HARZA-HISSA UTE. Biblioteca de la Cátedra de Economía Agraria. FC Agrarias. UNCuyo.*
- *Informe de resultados de uso de la tierra según el tratamiento digital de imágenes satélite Landsat para la provincia de Mendoza- Proyecto PNUD FAO ARG 00/08, junio 2004. - <http://www.irrigacion.gov.ar/siph/0documentos/Informe%20resultados%20Landsat.pdf>*

- *Morábito, J.A.; Hernández, R.; Salatino S.E. Mirábile., C.M. 2008. Cálculo de las necesidades de riego de los principales cultivos del oasis sur. Mendoza, Argentina. IV Jornadas de actualización en riego y fertiriego. FCAgrarias. INTA. http://www.inta.gov.ar/mendoza/IV_jornadas/Trabajos/ Ingresado marzo 2011.*
- *Proyecto de Modernización de Nuevo Alvear - DGI – PROSAP. Ministerio de la Producción, Gobierno de Mendoza.*

Agradecimientos:

Ing. Agr. R. Pereira, Subdelegación Río Atuel, Departamento General de Irrigación, por sus aportes de datos y revisión del presente capítulo

Lic. Fabio Di Bernardino por su apoyo institucional y datos aportados.

Ing. José Morábito, FCAgrarias UNCuyo por la revisión del presente capítulo.

Tabla nº 8. Has cultivadas y no cultivadas de los oasis de riego de General Alvear detectadas por satélite, 2004.

Canales de riego	CULTIVADO en ha								NO CULTIVADO en ha						TOTAL GENERAL	% CULTIVADO
	Vid	Forestal	Pasturas	Frutales	Otros	Hortalizas	Cultivos con tela antigranizo	TOTAL	Vegetación natural	Suelo descubierta	Suelo salino	Construido	Otros	TOTAL		
Nuevo Alvear	13	185	21	59	29	0	74	381	63	25	9	3	301	401	782	49 %
NA Rama 3	123	321	183	505	193	1	256	1.582	1.299	102	13	7	855	2.276	3.858	41 %
NA Rama4	26	87	54	155	42	0	57	421	412	18	3	4	220	657	1.078	39 %
	29	65	29	181	37	0	30	371	226	18	1	1	144	390	761	49 %
	133	244	143	638	27	2	156	1.343	953	161	21	20	524	1.679	3.022	44 %
NA Rama 5	131	355	223	537		1	211	1.458	1.101	189	61	61	851	2.263	3.721	39 %
	33	321	87	277	74	0	204	996	592	38	8	4	535	1.177	2.173	46 %
	41	469	199	321	8	0	331	1.369	596	97	46	7	960	1.706	3.075	45 %
	64	158	35	163		1	59	480	135	73	6	187	338	739	1.219	39 %
	95	169	82	390	46	3	82	867	1588	92	10	9	416	2.115	2.982	29 %
NA Rama 2	53	136	54	204	74	1	106	628	252	73	8	5	324	662	1.290	49 %
	84	95	63	245	9	1	81	578	350	89	7	153	290	889	1.467	39 %
	114	82	108	330	167	7	111	919	642	160	10	23	232	1.067	1.986	46 %
Total canal Nuevo Alvear	939	2.687	1.281	4.005	706	17	1.758	11.393	8.209	1.135	203	484	5.990	16.021	27.414	42 %
San Pedro	259	541	239	789	323	18	338	2.507	1.523	1.898	1162	115	1.609	6.307	8.814	28 %
TOTAL GENERAL	1.198 (a)	3.228	1.520	4.794(a)	1029	35	2.096	13.900	9.732	3.033	1.365	599	7.599	22.328	36.228	38 %
Porcentaje	8.6	23.2	10.9	34.5	7.4	0.2	15	100%								

(a) A esas superficies debe sumarse lo existente bajo tela antigranizo, no discriminado por el satélite.

Fuente: Informe de resultados de uso de la tierra según el tratamiento digital de imágenes satélite Landsat para la provincia de Mendoza- Proyecto PNUD FAO ARG 00/08, junio 2004. - <http://www.irrigacion.gov.ar/siph/0documentos/Informe%20resultados%20Landsat.pdf>