

# MENDOZA Y EL USO DEL AGUA

Eduardo Torres, Elena Abraham, Elma Montaña, Mario Salomón, Laura Torres, Silvia Urbina y María Fusari\*. 2003.  
El agua en Iberoamérica; Aspectos de la problemática de las tierras secas. Edit. Alicia Fernández Cirelli y  
Elena Abraham. Publ. por CYTED XVII. 17-34.

\*IADIZA, Mendoza, Argentina.

[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

Volver a: [Agua en el cono sur de América](#)

## RESUMEN

En el marco de las tendencias hacia la escasez de agua dulce de buena calidad y con objetivos orientados al uso más eficiente de los recursos hídricos y a la preservación de las fuentes de agua dulce, el artículo plantea la necesidad de desarrollar procesos sistemáticos que comprendan: (1) el conocimiento adecuado del recurso hídrico existente y disponible, (2) de los requerimientos de agua de las distintas actividades que se desarrollan en cada una de las cuencas y (3) la compatibilización entre oferta y demanda con una visión de futuro.

Sobre la base de experiencias desarrolladas por el LaDyOT (IADIZA) en Mendoza, el trabajo analiza aspectos naturales y culturales del aprovechamiento de los recursos hídricos superficiales y subterráneos de esas tierras secas del centro-oeste argentino y sugiere indicadores para el desarrollo del proceso metodológico enunciado. Propone asimismo el diseño y adopción por parte de los países de Iberoamérica de indicadores compartidos de uso del agua que posibilitarían la comparación de las distintas situaciones presentes y facilitarían el avance hacia procesos integrales y articulados de gestión de los recursos hídricos.

Posteriormente, el artículo expone los fuertes vínculos entre recursos hídricos y ordenamiento territorial en las tierras secas y la necesidad de reafirmar el rol del Estado como planificador del uso de los recursos hídricos y del desarrollo territorial en el marco de objetivos de equidad. A partir de allí, se ahonda en la noción de “seguridad” respecto al acceso al agua como factor necesario al desarrollo sustentable de estos territorios.

**Palabras clave:** agua, Iberoamérica, indicadores, equidad social.

## INTRODUCCIÓN

Como es conocido, el agua dulce escaseará cada vez más en el planeta debido fundamentalmente a dos causas: aumento de población y contaminación de fuentes actuales de agua dulce. Respecto a la segunda causa es necesario conocer cuáles son las disponibilidades actuales de agua dulce y las situaciones que se presentan en cada país respecto al manejo de las fuentes y sus sistema de distribución y administración. Es necesario contar con indicadores que permitan advertir cuales son, y sobre todo cuales serán, las ofertas y las demandas de agua en las distintas regiones de Iberoamérica. Para ello debemos ponernos de acuerdo en cuales son esos indicadores, para que luego cada país los aplique en su ámbito y se pueda llegar a hablar un idioma hídrico común en toda Iberoamérica.

## DIAGNÓSTICO

El diagnóstico indicado anteriormente vale para todos los países de Iberoamérica, pero tiene marcada significación en los territorios comprendidos en las amplias zonas áridas y semiáridas. En el caso de Iberoamérica, cuyo territorio tiene una superficie total de 2.053,4 millones de ha<sup>2</sup>, las tierras secas ocupan una superficie de 543 millones de ha<sup>3</sup> de las cuales se encuentran afectadas por desertificación 360 millones de ha. En estas últimas el efecto de las causas enunciadas será mayor.

En el caso de Argentina que tiene un territorio continental de 276,7 millones de ha, las zonas áridas y semiáridas ocupan el 75% del territorio (207,5 millones de ha), de las cuales, según datos del PAN (1999), 60 millones de ha están en proceso de desertificación marcado a severo.

Dentro de Argentina se toma el caso de la provincia de Mendoza como representativo de la situación que se presenta en las zonas áridas y semiáridas, con un marcado déficit natural de agua.

En esta provincia Argentina, donde sólo el 2% de su superficie está irrigada artificialmente y por lo tanto bajo uso intensivo, se evidencia la necesidad de lograr un uso más eficiente de los recursos hídricos y de preservar las fuentes de agua dulce.

La pregunta es: ¿Es posible lograr esos objetivos?.., y la respuesta es: ¡Sí!, pero para ello se deben cumplir antes varias etapas.

La primera de ellas se refiere a conocer cual es el recurso hídrico existente, vale decir cual es la oferta de agua en cada una de las cuencas que componen su territorio. Esta oferta de agua debe conocerse tanto a nivel del agua superficial como a nivel del agua subterránea, con lo cual se desea evidenciar la oferta conjunta de agua.

La segunda etapa a cumplir apunta a conocer cuales son los requerimientos de agua de las distintas actividades que se desarrollan en cada una de las cuencas, vale decir cual es la demanda de agua. Los distintos pasos que componen esta etapa se cumplen a través de censos de población, relevamiento de industrias, medición de consumos, estimación de los desarrollos futuros, etc. Se tiene por lo tanto un panorama bastante acertado de las demandas. Sobre la legitimidad social de estas demandas volveremos en un paso posterior de este trabajo.

La tercer etapa se refiere a compatibilizar, con una visión a futuro, la oferta con la demanda. Aquí están comprendidos los programas para lograr un uso más eficiente de los recursos hídricos, lograr el tan ansiado uso conjunto de los recursos hídricos superficiales y subterráneos y los referidos a la conservación y preservación de las fuentes de agua dulce.

Pretender cumplir estas tres etapas exige desarrollar toda una metodología de evaluación, donde la identificación de indicadores y su medición a través de los años resulta imprescindible a los fines de comprobar que las acciones que se desarrollen, basadas en las recomendaciones a las que se pueda arribar con motivo de la implementación del proyecto conjunto, apuntan en la dirección correcta.

## INDICADORES

Considerando que un indicador es un atributo que permite sintetizar y operar un proceso de medición sobre una realidad, se intentará establecer un conjunto de indicadores líderes que resulten sensibles y representativos en la escala de la provincia de Mendoza.

En materia de recursos hídricos surge un primer grupo de indicadores básicos, el primero se refiere a si existen o no registros de variables meteorológicas. Si estos registros existen es posible calcular un segundo indicador, el déficit hídrico general de una zona o una cuenca, relacionando la Precipitación (P) y la Evapotranspiración Potencial (ETP). Para el cálculo de la ETP se puede utilizar alguno de los métodos corrientes tales como Penman, Thornthwaite, Turc, Papadakis o Le Houerou. El más sencillo de aplicar es el correspondiente a Le Houerou 1989, ya que solo es necesario multiplicar la temperatura media anual (t) por el coeficiente 68,64.

En toda la provincia de Mendoza impera el clima árido o semiárido, con precipitaciones altamente variables en el tiempo y el espacio, que van de 100 mm/año en el norte a 450 mm/año en el sur, y hacia el oeste, en las montañas, registros de hasta 600 mm/año, existiendo curvas isohietas que cubren todo el territorio provincial. Otro tanto ocurre con los registros de temperaturas, existiendo curvas isotermas que cubren toda la provincia.

Ambas variables han sido registradas en general en todo el territorio nacional, ha través de estaciones meteorológicas operadas por el Servicio Meteorológico Nacional y/o por entes provinciales, por lo que se cuenta con datos suficientes para el trazado de curvas isohietas e isotermas. Ha sido posible entonces calcular el déficit hídrico que se presenta en todo el territorio nacional y también confeccionar mapas como el de zonas bioclimáticas de Argentina y el de zonas áridas de Mendoza (Figuras 1 y 2).

Figura 1. Tierras secas de Argentina. Fuente: Roig, Aaaf., González Loyarte, M. M., Abraham, E. M., Méndez, E., Roig, V. G. Y Martínez Carretero, E. 1991.

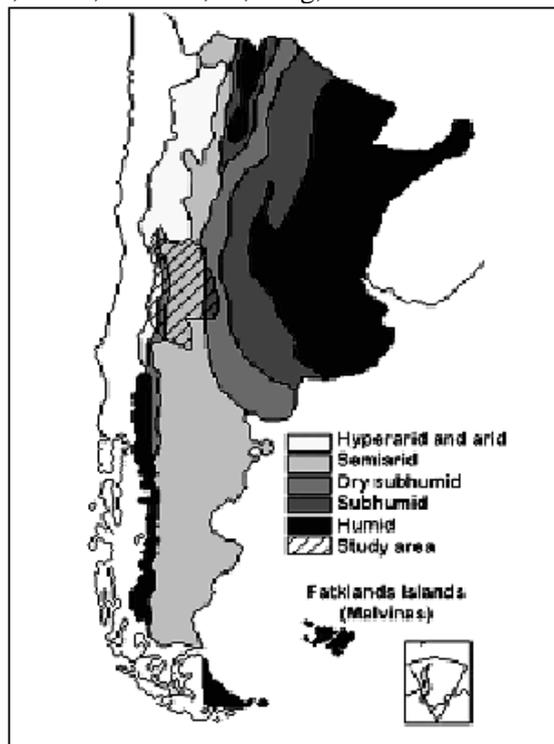
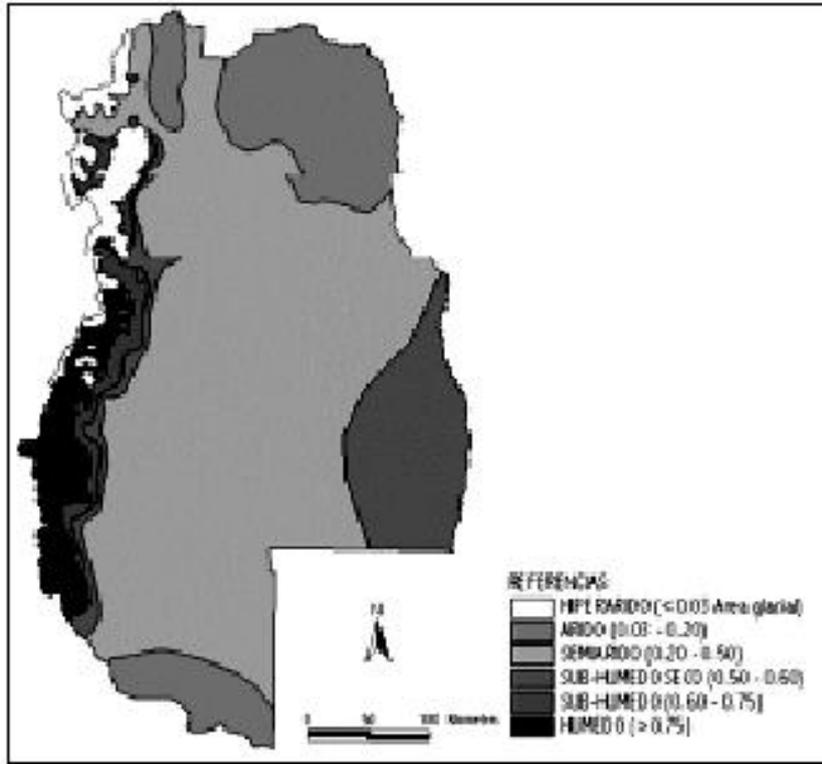


Figura 2: Zonas de aridez en Mendoza (índice de aridez = precipitación / evapotranspiración potencial)  
 Fuente: Roig, F. A., González, L., Abraham, E. M., Méndez, E., Roig, V. G. y Martínez E., C. (1991)



### INDICADORES BÁSICOS SUGERIDOS

Registros meteorológicos	Sí	No
Déficit hídrico = P/ETP	Sí	No

### AGUA SUPERFICIAL

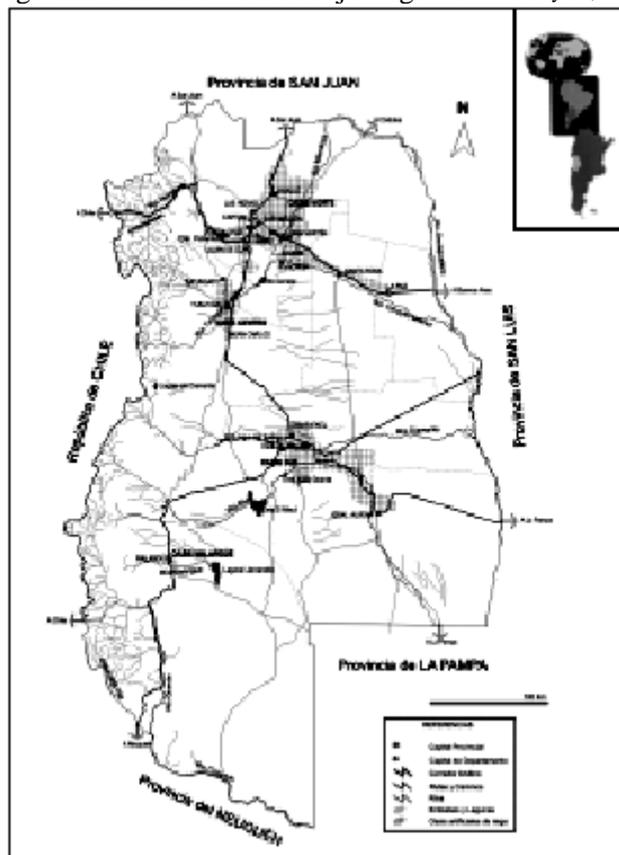
#### Caudales Permanentes

Los cursos de agua en la provincia de Mendoza tienen régimen nival, vale decir que presentan mayores caudales en verano, en concordancia con el aumento de las temperaturas y por lo tanto con la fusión de la nieve y de los glaciares, y menores caudales en invierno. Las precipitaciones en forma de lluvia que se producen en las partes altas de las cuencas tienen poca influencia sobre los caudales de los ríos.

Como se ha señalado Mendoza es una región semiárida, con precipitación media anual de 200 mm. Si se compara esta cifra con los 700 a 800 mm/año que son necesarios para desarrollar el principal cultivo mendocino: la vid, se entiende por qué se han realizado grandes inversiones en materia de obras de infraestructura hídrica, ya sean diques de embalse, diques derivadores, canales, compartos, pozos para extracción de agua subterránea y obras de arte en general.

Con esa finalidad se analizará a continuación la situación que se plantea en cada río de curso permanente cuyas aguas son aprovechadas -Mendoza, Tunuyán, Diamante, Atuel y Malargüe-. Todos ellos cuentan con obras para el embalse de sus aguas, y/o con diques derivadores para riego. Además todos estos ríos están relacionados con embalses subterráneos de los que se extrae agua subterránea para complementar las dotaciones superficiales (Figura 3).

Figura 3. Oasis artificiales bajo riego. Fuente: LaDyOT, 2003.



Al río Tunuyán se lo considera dividido en dos sectores, el río Tunuyán Superior y el río Tunuyán Inferior, siendo el punto de división el embalse Carrizal. El río Tunuyán Superior riega el oasis del Valle de Uco, en cambio el río Tunuyán Inferior riega, junto con el río Mendoza, el oasis Norte. El río Tunuyán Superior, mientras transita por el Valle de Uco, colecta agua de sus afluentes y drena agua subterránea del embalse subterráneo del Valle de Uco, vale decir que el derrame de este río a la salida de la Precordillera ( $542 \text{ hm}^3$ ) es menor que a la salida del Valle de Uco ( $1.065 \text{ hm}^3$ ).

#### • Río Mendoza

El río Mendoza aforado en Cacheuta tiene un derrame anual de  $1.601,19 \text{ hm}^3$  y su curso es regulado por el embalse Potrerillos, recientemente inaugurado, con una capacidad de almacenamiento de  $420 \text{ hm}^3$ . Aguas abajo se encuentra el dique derivador Cipolletti, con capacidad de derivación de  $80 \text{ m}^3/\text{s}$ . De este último se desprende una importante red de canales primarios y secundarios con la finalidad de arrimar agua a los cultivos y a los otros usos: agua potable, uso industrial y urbano. La red de canales tiene una longitud de  $4.910 \text{ km}$ , encontrándose impermeabilizada sólo el 2% de la misma<sup>6</sup>. Esto último significa un grave problema a resolver en el futuro inmediato debido principalmente a la necesidad de controlar las recargas al embalse subterráneo Norte de la provincia. Esas recargas se verán incrementadas significativamente por el escurrimiento de aguas claras por la red de canales sin impermeabilizar, como consecuencia de la entrada en funcionamiento del embalse Potrerillos.

#### • Río Tunuyán Inferior

El río Tunuyán inferior tiene un derrame anual de  $1.065 \text{ hm}^3$  -medido a la salida del embalse Carrizal- y cuenta con ese embalse, que tiene una capacidad de  $385 \text{ hm}^3$ , para la regulación de las aguas. Dispone aguas abajo del dique derivador Tiburcio Benegas que tiene una capacidad de derivación de  $60 \text{ m}^3/\text{s}$ , y del dique derivador Phillips. A partir de estos diques derivadores nace una red de canales primarios y secundarios de  $1.570 \text{ km}$  de extensión, de los cuales solo está revestido el 10%. Esta situación ha generado inconvenientes ya que al aumentar las recargas al sistema subterráneo han ascendido los niveles freáticos de aguas subterráneas, fenómeno que continuará hasta que se logre el equilibrio entre las recargas de agua al subsuelo y las descargas.

Ambas situaciones planteadas, la del río Mendoza y del río Tunuyán inferior están enlazadas por la naturaleza, ya que las áreas urbanas y rurales servidas por ambos ríos se asientan sobre el embalse subterráneo norte de la provincia de Mendoza<sup>7</sup> que tiene una extensión de  $22.800 \text{ km}^2$  y una reserva total de agua subterránea de  $228.000 \text{ hm}^3$ . Existen aproximadamente  $12.800$  perforaciones para extraer agua subterránea de este embalse, ya sea en áreas urbanas, para abastecimiento poblacional, o en áreas rurales, para complementar las entregas superficiales cuando éstas no alcanzan, o proveer de agua en forma exclusiva cuando las redes de canales no llegan a las

propiedades. Vale decir que su existencia y explotación ha servido para mantener o ampliar los usos del agua en la zona.

Esta situación pone de manifiesto la importancia que tiene el mantener la calidad del agua subterránea, situación que desde hace un tiempo se ve comprometida seriamente por la existencia de pozos rotos o mal construidos que desmejoran la calidad de esas aguas. Este grave problema ya se ha planteado en innumerables artículos y publicaciones científicas y aún no se soluciona. Esta se logrará cuando se haga una explotación organizada del agua subterránea, a través de baterías de pozos de bombeo estratégicamente ubicadas en la cuenca y continuamente monitoreadas, a fin de evitar o disminuir las explotaciones atomizadas, sin control, que son las responsables de la contaminación. En otras palabras, este fenómeno de contaminación paulatina que sufren los acuíferos de esta cuenca norte de agua subterránea sólo se solucionará cuando se concreten medidas de control de las explotaciones y se cambie el sistema actual atomizado y anárquico por otro concentrado y con control por parte de los organismos específicos. El objetivo es lograr el uso conjunto de las aguas superficiales y subterráneas, tema muy tratado y discutido pero aún no logrado.

Fuera de la zona cultivada, en el desierto, se explota agua subterránea en todos los puestos y caseríos a través de pozos balde - o "pozos indios"- y ramblones, para bebida de la población y el abrevado del ganado. Los pozos balde tienen una profundidad de 10 a 20 m, dependiendo de la profundidad del nivel freático del agua subterránea. Los caudales extraídos son muy pequeños ya que los sistemas de extracción consisten generalmente en mangas o baldes operados manualmente. Esta fuente de aprovisionamiento brinda la seguridad que se necesita en el desierto, imprescindible para el mantenimiento de los asentamientos.

#### • Río Tunuyán Superior

El río Tunuyán Superior tiene un derrame anual de 542 hm<sup>3</sup>, medido en el dique derivador de Valle de Uco, y no cuenta con ningún dique para el embalse de sus aguas, pero tiene en su cuenca los diques derivadores para riego de: Valle de Uco con capacidad de derivación de 15 m<sup>3</sup>/seg; Aguanda, sobre el arroyo homónimo que es afluente del río Tunuyán Superior, con capacidad de derivación de 4 m<sup>3</sup>/s; Yaucha, sobre el arroyo Yaucha, también afluente del Tunuyán Superior, con capacidad de derivación de 4 m<sup>3</sup>/s y Las Tunas, sobre el arroyo del mismo nombre y también afluente del Tunuyán Superior, con capacidad de derivación de 5 m<sup>3</sup>/s. De los diques derivadores se desprende una red de 2.680 km de canales primarios y secundarios, de los cuales sólo se encuentra impermeabilizada el 9%. El sistema superficial se encuentra relacionado con el sistema subterráneo constituido por el embalse subterráneo del Valle de Uco, que cubre una superficie de 3.200 km<sup>2</sup> y tiene una reserva total de agua subterránea de 96.000 hm<sup>3</sup>. En esta cuenca las infiltraciones que se producen pasan a recargar el sistema subterráneo, que cuando supera su capacidad de almacenamiento, transfiere agua a los arroyos efluentes del embalse subterráneo, que son tributarios del río Tunuyán Superior en su parte baja - Claro, Caroca, Guiñazú, Guajardino, etc. - y por ende aumentan su caudal a la salida de la cuenca. Este fenómeno se advierte al comparar los derrames anuales del río Tunuyán Superior, con los del río Tunuyán Inferior (1.065 hm<sup>3</sup>), vale decir que el río Tunuyán colecta aguas al pasar por la cuenca Centro. En la cuenca hidrogeológica del Valle de Uco existen aproximadamente 1.900 perforaciones construidas para extraer agua subterránea. Muchas de esas perforaciones, debido a la excelente calidad química y muy baja salinidad de las aguas que extraen, son utilizadas en plantas para el envasado de agua, que luego es distribuida para su venta en distintos puntos del País.

#### • Río Diamante

Con las aguas de este río y la del Atuel, más la subterránea que se explota del embalse subterráneo Sur a través de 2.800 pozos, se abastecen las áreas urbanas y rurales de San Rafael y General Alvear.

El embalse subterráneo Sur tiene una extensión de 13.500 km<sup>2</sup> y una reserva total de agua subterránea de 135.000 hm<sup>3</sup>

Sobre el río Diamante, que tiene un derrame anual de 1.169 hm<sup>3</sup>, se encuentran los embalses de Agua del Toro (370 hm<sup>3</sup>), Los Reyunos (244 hm<sup>3</sup>) y El Tigre (7 hm<sup>3</sup>), actuando el primero como embalse de acumulación de agua y el segundo y tercero como contra embalses, a los fines de maximizar la generación hidroeléctrica y resolver las demandas para riego y agua potable. Aguas debajo de Los Reyunos se encuentran los diques derivadores para riego Galileo Vitali y Vidalino, con capacidades de derivación de 60 m<sup>3</sup>/s y 4 m<sup>3</sup>/s respectivamente, de los cuales se desprende una red de canales de 2.480 km, de los cuales solo está impermeabilizado el 6%.

#### • Río Atuel

Sobre el río Atuel, que tiene un derrame anual de 1.095 hm<sup>3</sup>, se han construido los embalses de Nihuil (260 hm<sup>3</sup>) y Valle Grande (160 hm<sup>3</sup>), actuando este último como contra embalse del primero. Sobre el lecho del río y entre ambos diques señalados se han construido las centrales hidroeléctricas de pasada Nihuil I, Nihuil II, Nihuil III y Nihuil IV. El conjunto permite maximizar los aprovechamientos hidroeléctricos y abastecer las necesidades de uso público, agua potable y de riego. Aguas abajo se encuentra el dique derivador de Rincón del Indio, del que nace una red de canales de 540 km de longitud, de los cuales se encuentra impermeabilizada solo en 6% de la misma.

### • Río Malargüe

El río Malargüe tiene un derrame anual de 305 hm<sup>3</sup> y no tiene en su curso ningún embalse para el almacenamiento de sus aguas. Cuenta sin embargo, a la salida de la cordillera con el dique derivador Malargüe, que tiene una capacidad de derivación de 5 m<sup>3</sup>/s, de donde nace una red de canales de 90 km de extensión, que no se encuentra impermeabilizada.

Con las aguas de este río y la que se extrae del embalse subterráneo de Malargüe a través de 800 pozos, se abastece a la ciudad de Malargüe y al área cultivada adyacente, caracterizada por los cultivos de papas para semilla.

Se explota agua subterránea para complementar las entregas superficiales o para abastecer completamente los usos para agua potable, uso industrial y uso agrícola. El embalse subterráneo de Malargüe tiene una extensión de 7.000 km<sup>2</sup> y almacena un volumen de agua subterránea de 70.000 hm<sup>3</sup>, que denota la importancia del mismo como fuente segura para el abastecimiento de agua.

En la cuenca de Malargüe se encuentra la Reserva Faunística Laguna de Llanquanelo, creada por Decreto N° 9 del año 1980. Esta Reserva ha sido declarada además Sitio Ramsar, como humedal de importancia mundial. Esta laguna se recarga principalmente con parte de las aguas del río Malargüe, más la subterránea proveniente de las infiltraciones de los ríos Salado y Atuel (en la zona de Las Juntas) y la de los arroyos Manzano y Chacay (a la salida de la cordillera). Vale decir que a la laguna de Llanquanelo convergen tanto escurrimientos superficiales como subterráneos.

### • Ríos Grande y Barrancas

Los caudales de los ríos Grande y Barrancas, afluentes del río Colorado, forman parte del Convenio Interjurisdiccional por las aguas de la cuenca del río Colorado (COIRCO) a través del cual a la provincia de Mendoza le ha correspondido un caudal de 34 m<sup>3</sup>/seg a retirar del río Grande. Si bien en su momento la empresa Agua y Energía Eléctrica de la Nación y más recientemente la provincia de Mendoza han realizado estudios con la finalidad de concretar el trasvase de ese caudal a la cuenca del río Atuel, aún la obra no se concreta y la provincia de Mendoza no hace uso de ese importante caudal de agua que posibilitaría la ampliación de la superficie cultivada en los departamentos de Malargüe, San Rafael y General Alvear.

Teniendo en cuenta los caudales medios anuales de los ríos de la provincia de Mendoza, la concreción de la obra de trasvase tendría los efectos de sumar un río más a la realidad hídrica provincial. Detalle de los ríos de la provincia (Figura 4):

Figura 4: Detalle de los ríos de la provincia. Fuente: División Hidrología, Departamento General de Irrigación. Estadísticas Hidrológicas 1994, Secretaría de Energía de la Nación.

Río y estación de aforo	Derrame anual (hm <sup>3</sup> )	Módulo (m <sup>3</sup> /seg)
Mendoza en Cacheuta	1.601,19	50,77
Tunuyán Superior en Valle de Uco	542,00	17,19
Tunuyán Inferior en Carrizal	1.065	33,77
Diamante en La Jaula	1.183,83	37,54
Atuel en La Angostura	1.090,59	34,58
Malargüe en La Barda	260,07	8,25
<b>Subtotal</b>	<b>5.742,68</b>	<b>182,10</b>
Grande en La Gotera	3.344,37	106,05
Barrancas en Puente Barrancas	1.103	35,0

## LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES

Los cursos permanentes de agua en la provincia de Mendoza tienen régimen nival, vale decir que presentan mayores caudales en verano, en concordancia con el aumento de las temperaturas y por lo tanto con la fusión de la nieve y de los glaciares y menores caudales en invierno.

Estas variaciones estacionales en los caudales actúan directamente sobre el carácter químico de las aguas de los ríos. En el caso de la salinidad total, ésta es mayor en invierno que en verano.

Las características químicas del agua superficial se presentan predominantemente cálcica sulfatada y eventualmente cálcica sódica, con pH que varían entre valores de 7,0 a 8,1, mientras que la salinidad varía según la época del año, entre 588 a 1520 µ<sup>1</sup>/cm. Esto determina que la aptitud del agua para diferentes usos se clasifiquen (teniendo en cuenta únicamente la conductividad eléctrica del agua) como de peligrosidad salina moderada (C2) a peligrosidad salina mediana (C3) lo que implica ciertas restricciones en cuanto a su uso.

## CAUDALES TEMPORARIOS

Existe una densa red de cursos superficiales que sólo conducen agua durante las lluvias. Algunos nacen en las zonas elevadas - áreas de cordillera y cerros - donde la inclinación de las formaciones superan el 1% de pendiente

y otros nacen en las zonas de llanuras, donde las pendientes no superan el 1%. En ambos casos la circulación del agua es consecuencia de que la tasa de precipitación supera a la tasa de infiltración. Las características de las formaciones rocosas de las áreas de alimentación y circulación y el caudal de la corriente de agua determina la carga sólida de la misma.

En algunos casos los cauces efímeros pierden su caudal por infiltración y evaporación antes de alcanzar un curso de agua permanente y en otros casos estos caudales temporarios pasan a engrosar los caudales permanentes de ríos y arroyos. En las áreas de elevadas pendientes se potencian los procesos de erosión y transporte y en las áreas de baja pendiente tienen preponderancia los procesos de sedimentación.

En las zonas de llanura existe una práctica medianamente implementada por los pobladores que consiste en conducir esas corrientes efímeras hacia zonas topográficamente bajas, donde el agua se acumula y es utilizada para bebida de los propios pobladores y los animales.

No existe una práctica generalizada de aprovechar las corrientes efímeras en las zonas de cordillera y cerros a través de cierres o tapones en los cursos. Esto puede ser debido a que las obras de este tipo que se han construido han sido erosionadas por el agua de alguna intensa tormenta y se ha perdido el trabajo realizado. Esto podría corregirse con un diseño adecuado del cierre del cauce, que posibilite el desvío de las aguas que excedan la capacidad del vaso, actuando a modo de aliviadero de la obra.

Los caudales de los cursos temporarios dependen del área de la cuenca de alimentación, de la intensidad y duración de la precipitación y de las características de los suelos y cobertura vegetal. Cuando el área de alimentación es grande, con suelos de baja o nula permeabilidad, con pendientes mayores al 1% y escasa vegetación, están dadas las condiciones para que las precipitaciones, por pequeñas que sean, induzcan escurrimientos de importancia. Por el contrario si en la superficie de las cuencas de alimentación predominan los suelos con elevada permeabilidad, baja pendiente y elevada cobertura vegetal, tendrá mayor magnitud la infiltración del agua en el subsuelo.

Las características químicas de las aguas de esas corrientes temporarias dependen de las rocas que forman la superficie de la cuenca y de los procesos antrópicos que se hayan desarrollado en sus superficies.

## **AGUA POTABLE**

Si bien todo el territorio de la provincia de Mendoza está clasificado como zona árida o semiárida, el volumen de agua potable que consume cada habitante en el principal centro urbano, el Gran Mendoza, no condice con aquella clasificación.

Según los registros aportados por la empresa que tiene la concesión de ese servicio<sup>9</sup> Obras Sanitarias Mendoza, el consumo en la época estival llega a 450 litros por día y por persona, y en la época de invierno es de 350 litros por persona y por día. Estas cifras están muy por encima de las recomendadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) que indica que un consumo normal, para una zona como la del Gran Mendoza es de 250 litros por persona y por día para la época estival.

Sin lugar a dudas, este es un aspecto a resolver en el futuro inmediato ya que la población del Gran Mendoza continuará aumentando y las fuentes de agua dulce tienen una disponibilidad acotada.

## **RELACIÓN OFERTA/DEMANDA DE AGUA SUPERFICIAL**

A modo de aproximación a un balance hídrico de la provincia se puede indicar que el déficit de abastecimiento<sup>10</sup> de agua que tienen los derechos en uso en la provincia es de 380 hm<sup>3</sup>. Esta cifra surge de confrontar la demanda total de agua para todos los usos con los derrames medios posibles de distribuir.

El oasis irrigado que tiene el mayor déficit es el del norte de la provincia, en donde los caudales superficiales son complementados con volúmenes muy importantes de agua subterránea. La extracción anual de agua subterránea en este oasis es de aproximadamente 350 hm<sup>3</sup> y se realiza principalmente en los períodos de primavera y verano. Vale como ejemplo lo ocurrido en el año 1971, de intensa sequía, en donde el reservorio subterráneo Norte aportó 900 hm<sup>3</sup> de agua dulce.

Al considerar como déficit lo que aporta el sistema subterráneo pone de manifiesto que el uso conjunto de recursos hídricos superficiales y subterráneos no se considera como esquema básico de aprovechamiento, situación que se señala como errónea ya que el recurso hídrico es uno solo, sin importar que se encuentre en superficie o en el subsuelo.

Según datos publicados en medios de comunicación de la provincia de Mendoza, la eficiencia global en el uso del agua para riego, en el oasis Norte, está en el orden del 35%, cifra que por si misma indica que los sistemas de distribución y de uso del agua en las propiedades deben ser estudiados y mejorados.

## REUSO DE AGUAS SUPERFICIALES

Los efluentes cloacales e industriales que se generan en los oasis irrigados, si son tratados convenientemente, se convierten en una fuente de agua superficial para el riego de cultivos restringidos especiales. De esta forma se están solucionando dos problemas al mismo tiempo, por un lado los efluentes en sí mismo, que si no son tratados convenientemente y reusados en irrigación, se convierten en una fuente permanente de contaminación de cauces superficiales o de reservorios subterráneos, por otro lado al permitir el reuso de esos efluentes se está proveyendo de agua para los cultivos seleccionados.

Esta práctica se desarrolla en la provincia de Mendoza y gracias a ella se dispone de recurso hídrico para regar 9.039 ha, distribuidas en las cuencas de los ríos Tunuyán Inferior, Tunuyán Superior, Mendoza y Diamante.

## REUSO DE AGUAS DE RIEGO

Las aguas de riego, una vez que han sido utilizadas en sus destinos iniciales, pueden producir sobrantes que salen del ámbito de la propiedad. Esta es un agua que no se ha infiltrado y por lo tanto mantiene las características químicas del agua de riego.

Otro caso distinto es cuando las aguas de riego se infiltran, colman la capacidad de campo de los terrenos y producen un flujo de aguas subterráneas correspondiente al nivel freático. Si este nivel freático está a poca profundidad produce los consabidos problemas de salinización de la superficie de los terrenos –salitre- y el ahogo de las plantas. El remedio para esta situación es construir redes de drenaje para bajar ese nivel freático y producir a su vez la evacuación de esas aguas fuera de los límites de las áreas cultivadas. Estos drenajes por lo general tienen una salinidad elevada, compatible con las sales que han incorporado en su recorrido por el subsuelo.

Ambas situaciones pueden llegar a sumar sus efectos dando por resultado un caudal de agua que puede ser reutilizado en la agricultura, siempre y cuando los cultivos acepten la salinidad del agua resultante.

En el caso del oasis Norte de la provincia se ha estimado que los caudales correspondientes a colectores y drenajes<sup>13</sup> que salen del área cultivada son del orden de los 45,68 hm<sup>3</sup> al año. Esta agua escurre hacia el confín de la cuenca y vierte al sistema lagunar del río Mendoza.

## AGUA SUBTERRÁNEA

En la provincia de Mendoza las investigaciones del agua subterránea comienzan ordenadamente a fines de la década del 60', a través del "Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo" y de la participación de un grupo de profesionales argentinos que actuaron como contraparte en cada una de las disciplinas de trabajo. A partir de allí los estudios realizados por organismos nacionales y provinciales han puesto de manifiesto la existencia de un gran volumen de agua dulce almacenado en los terrenos permeables del subsuelo en forma de agua subterránea. Esta agua subterránea se extrae para cubrir los déficit de agua superficial en los años de sequía en los oasis irrigados y constituye la única fuente de abastecimiento de agua en las zonas de desierto.

A través de estudios geológicos e hidrogeológicos se han logrado identificar los grandes reservorios de agua subterránea, calculando las áreas que abarcan, como así también conocer los espesores saturados y los coeficientes de almacenamiento. Todo esto ha permitido calcular los volúmenes de agua almacenados en las formaciones permeables correspondientes a los grandes embalses subterráneos de la provincia<sup>14</sup>, que ocupan el 49,31% de su territorio. Se ha calculado que el volumen total de agua almacenada es del orden de los 701.000 hm<sup>3</sup>. A los fines prácticos, compatibles con su extracción para irrigación y bebida, ese volumen se reduce a 21.323 hm<sup>3</sup>, considerando este último valor como el representativo del volumen de agua subterránea almacenado en el subsuelo que se puede extraer fácilmente, a través de sencillas obras de captación.

El reservorio que tiene la mayor explotación es el que corresponde al embalse subterráneo Norte, siendo posiblemente ésta la razón por la cual es el más estudiado. Tanto los niveles estáticos del agua subterránea como la calidad química del agua son monitoreados, en general, dos veces al año, lo que ha permitido obtener registros de las variaciones que han experimentado ambos parámetros a través del tiempo. Esas mediciones comienzan a fines de la década del 60' y con algunas interrupciones se continúan aún en el presente.

En este embalse subterráneo Norte, en las zonas de acuíferos semiconfinados y confinados, se han logrado identificar tres niveles principales de extracción de agua subterránea, en correspondencia con tres niveles del subsuelo donde se ubican los paquetes sedimentarios más permeables. La profundidad de estos tres niveles cambia dentro de la cuenca en correspondencia con los cambios debidos a los procesos que los han generado.

Los niveles identificados en general se ubican, el primero entre 60 y 120 m de profundidad, el segundo entre 150 y 200 m de profundidad y el tercero entre 240 y 350 m. Existe un permanente cambio de pozos que explotan los niveles primero y segundo por otros que pasan a explotar el tercer nivel, ya que existe una continua salinización de los primeros niveles por fallas en los pozos debidas a roturas de las cañerías de aislación o deficientes cementaciones entre acuíferos de muy distintas calidades de agua. Como es dable esperar los pozos son más costosos a medida que son más profundos, por lo que los usuarios sólo profundizan sus explotaciones a

medida que la calidad de las aguas que extraen de los niveles primero y segundo se hacen inapropiadas para los usos requeridos. Se van abandonando los niveles primero y segundo para pasar a explotar el tercero. Esta situación hace que se pierdan grandes volúmenes de agua subterránea dulce.

En el resto de los embalses subterráneos de la provincia, que presentan condiciones hidrogeológicas similares al embalse Norte, pero que son mucho menos explotados, no se han definido distintos niveles de extracción del agua subterránea.

Figura 5.- Reservas totales y económicamente explotables de agua subterránea en la provincia de Mendoza

Cuenca	Superficie (km <sup>2</sup> )	Espesor saturado (m)	Coefic. Almacena- miento	Reservas Totales (hm <sup>3</sup> )	Económ. Explota- bles (hm <sup>3</sup> )
Yalguaraz	150	50	0,10	750	45
Uspallata	180	200	0,10	1.000	60
Valle medio río Tunuyán	3.200	100	0,15	96.000	4.800
Malargüe	7.000	100	0,10	70.000	2.100
Río Colorado	1.750	100	0,01	1.750	18
Región ríos Mendoza-Tunuyán	22.800	100	0,10	228.000	6.480
Región ríos Tunuyán-Diamante	16.800	100	0,10	168.000	3.360
Región ríos Diamante-Atuel	13.500	100	0,10	135.000	4.050
Región Sur	9.000	25	0,10	500	50
<b>TOTALES</b>	<b>74.380</b>			<b>701.000</b>	<b>21.323</b>

En los oasis bajo riego artificial los pozos para extraer agua subterránea en general son construidos con máquinas de perforar y se encuentran entubados con cañerías de acero y filtros estratégicamente ubicados y extraen caudales entre 50 y 300 m<sup>3</sup>/h, a profundidades que van de los 80 a 300 m. En las llanuras desérticas se explota agua subterránea mediante pozos balde o pozos indios construidos con técnicas ancestrales y los caudales extraídos son muy pequeños, del orden de 0,2 a 3 m<sup>3</sup>/día, a profundidades que van de 10 a 20 m.

Se advierte la importancia que tiene la reserva de agua dulce, almacenada en los acuíferos subterráneos, al compararla con la capacidad total de almacenamiento de agua de los embalses superficiales (Nihüil, Valle Grande, Agua del Toro, Los Reyunos, Carrizal, Potrerillos) que es sólo de 1.800 hm<sup>3</sup>.

Existen varias causas por las que se pierde agua subterránea dulce, dos de ellas son muy importantes, se pueden remediar, y demandan urgente solución. La primera se refiere a que una proporción cercana al 35% de los pozos que explotan agua subterránea se encuentran fuera de servicio debido a distintas causas, entre las que se destaca su abandono por salinización del agua que producen. Esa salinización proviene de la comunicación que se ha establecido entre los distintos acuíferos debido a fallas en la construcción de los pozos o por roturas por corrosión de sus cañerías de aislación. La comunicación puede ser por dentro de las cañerías (roturas por corrosión) o por los espacios anulares (inexistencia o fallas en las cementaciones de aislación).

Lo más lamentable es que esa comunicación produce un flujo continuo de agua subterránea entre los distintos acuíferos, que tienen distintos potenciales hidráulicos, se encuentren o no los pozos en producción. Si no están en producción la dirección del flujo de agua será desde los acuíferos más profundos hacia los más superficiales. Por el contrario, si los pozos están bombeando, vale decir extrayendo agua del subsuelo, la dirección es desde los acuíferos no explotados hacia el que está siendo explotado. Lógicamente, las diferencias entre los potenciales hidráulicos se incrementan al bombearse los pozos, siendo por esta causa aún mayores los volúmenes de agua que se transfieren entre los distintos acuíferos.

Debido a esa comunicación se están salinizando paulatinamente acuíferos de agua dulce, que hasta hace poco tiempo se explotaban para irrigar cultivos y para provisión de agua potable.

Esta circunstancia está produciendo una pérdida de fuentes de agua dulce que no podrán disponerse en el futuro, salvo que se tomen urgentes medidas para reducir al mínimo posible el número de pozos en producción y se controle que los mismos estén bien construidos y no permitan la comunicación entre distintos niveles acuíferos.

La segunda causa se refiere a la falta de coordinación en las explotaciones de los embalses superficiales y los subterráneos.

En el año 1971, de intensa sequía, el reservorio subterráneo Norte aportó 900 hm<sup>3</sup> de agua dulce, que sirvieron para suplementar los escasos derrames de los ríos Mendoza y Tunuyán inferior. En un año de condiciones climáticas medias este reservorio aporta un volumen promedio de 350 hm<sup>3</sup> de agua, que se utiliza para irrigar los cultivos, uso industrial y provisión de agua potable.

Todos los embalses subterráneos están relacionados naturalmente con cursos de agua sobre los que existen embalses superficiales. Esta relación es la que permite proyectar su operación coordinada, con el fin de aprovechar al máximo sus posibilidades de regulación, para guardar agua en los años hidrológicamente ricos y explotarla en forma conjunta y planificada en los años de sequía.

Ambas circunstancias, la comunicación entre acuíferos y la falta de coordinación en la explotación de los embalses, redundan en una pérdida de agua dulce que debe ser remediada lo más pronto posible.

## LA GESTIÓN

### El Departamento General de Irrigación

La gestión de los recursos hídricos en Mendoza<sup>15</sup> se encuentra muy dispersa, si bien es el Departamento General de Irrigación (DGI) el administrador mayorista de los recursos hídricos y generador de la política hídrica en la Provincia, en la realidad su responsabilidad se encuentra muy dispersa debido a la cantidad de organismos que superponen sus funciones. Es así que en temas ambientales existe la Subsecretaría de Medio Ambiente en el Ministerio de Ambiente y Obras Públicas que tiene competencias en temas vinculados con el agua, de igual forma los Municipios tienen oficinas en los que se controla el ambiente y la calidad del agua, además existe otro ente oficial denominado Ente Provincial del Agua y del Saneamiento (EPAS) que también incursiona en la calidad. Esta situación le reduce competencias al DGI y esto se pone en evidencias en la falta de una política ambiental coordinada que se implemente a nivel provincial y que ponga orden en los vicios de la oferta, demanda y contaminación del recurso hídrico.

Esta situación se produce debido a que la provincia de Mendoza posee una ley de aguas del año 1884 que fue una copia de la ley de aguas de España del año 1879.

Lamentablemente hasta el presente no hubo en esta ley, tal como sucedió en España, una debida actualización lo que ha provocado una verdadera anarquía en la administración del recurso. Mendoza en la actualidad posee una ley para una sociedad colonial agrícola en un momento en que la sociedad es más compleja y con una organización urbano-industrial agrícola que no existía en la época que se sancionó la Ley de Aguas. Esta situación ha traído como consecuencia la imposibilidad de mantener la calidad del agua dentro de las pautas modernas y por ello se están produciendo fuertes impactos que a la larga traerán como consecuencia la disminución del volumen de agua a disposición de los habitantes locales y una fuerte disminución de las posibilidades de desarrollo económico en la región.

### Indicadores sugeridos:

- a) Para la caracterización de las cuencas
  - ◆ Densidad de corrientes = n° de cauces permanentes y no permanentes/área
  - ◆ Densidad de drenaje = longitud de los cauces perm y no permanentes/área
  - ◆ Pendiente cauce principal = Dif altura puntos extremos/long del cauce
  - ◆ Tiempo en que circula agua por el cauce: perennes, efímeros o intermitentes
  - ◆ Por su posición topográfica o edad geológica: montaña (juveniles), transición (maduros), planicie (viejos)
- b) Para la caracterización de los cuerpos de agua
  - ◆ Aguas en movimiento
  - ◆ Aguas estancadas
- c) Para la caracterización de la cantidad de agua disponible
  - ◆ Existencia de redes de monitoreo en operación
  - ◆ Variaciones en el balance hídrico superficial
  - ◆ Variaciones en el balance hídrico subterráneo
  - ◆ Variaciones en los cuerpos de agua (lagos, lagunas, embalses, humedales)
- d) Para la caracterización de la calidad de las aguas
  - ◆ Existencia de redes de monitoreo en operación
  - ◆ Variaciones en la salinidad (conductividad eléctrica,  $\mu\text{S}/\text{cm}$ )
  - ◆ Contaminación: inorgánica u orgánica, natural o antrópica
- e) Para la caracterización del uso y administración del agua
  - ◆ Río – Embalse regulador Si No
  - ◆ Río – Embalse derivador para riego Si No
  - ◆ Río – Área asociada cultivada Si No
  - ◆ Río – Agua potable Si No
  - ◆ Río – Uso industrial Si No
  - ◆ Río – Recarga embalse subterráneo asociado Si No
  - ◆ Río – Embalse subterráneo – Uso conjunto Si No
  - ◆ Río – Administración Si No
  - ◆ Río – Manejo por cuenca Si No

f) Para la caracterización del uso del agua en los oasis irrigados

- ◆ Agua potable
- ◆ Consumo medio por habitante
- ◆ Políticas para aumento de eficiencias
- ◆ Tratamiento de efluentes
- ◆ Agua para uso industrial
- ◆ Volúmenes disponibles por actividad industrial
- ◆ Circuito cerrado o abierto
- ◆ Tratamiento de efluentes
- ◆ Agua para riego
- ◆ Sistemas de riego
- ◆ Riego a manto
- ◆ Riego por goteo
- ◆ Riego presurizado
- ◆ Políticas para el aumento de las eficiencias
- ◆ Reuso de sobrantes

g) Para la caracterización del uso del agua fuera de los oasis irrigados

- ◆ Sistemas de captación
- ◆ pozos balde
- ◆ ramblones
- ◆ represas
- ◆ Destino del agua
- ◆ Tratamientos de potabilización

h) Tecnologías Alternativas

- ◆ Cámaras porosas
- ◆ Captación de aguas de lluvia
- ◆ Captación del rocío por condensadores
- ◆ Perlas para forestación con riego inicial
- ◆ Diques en subálveos

## Las seguridades vs. las inseguridades

El agua es un recurso que debe ser preservado en todo el planeta. Esta afirmación toma marcada significación en el caso de las tierras secas, en donde el agua es un recurso estratégico que debe ser manejado con equidad social.

Una de las misiones más importantes del Estado es la de planificar, con visión a futuro, el desarrollo del territorio, para lo cual, y en el caso de las tierras secas es imprescindible, debe planificar el uso del agua. Esta debe ser la gran política que desvele a los dirigentes, para lograr brindar seguridad a los pobladores y conseguir el desarrollo económico de la sociedad.

Tal como lo señala el Dr. César Magnani en uno de sus escritos, citando un concepto del filósofo inglés Bertrand Russell “Un país carente de políticas, se asemeja a un hombre que camina mirándose los pies, sabe quizás donde pisa, pero no hacia donde se dirige...”. Las políticas en materia de recursos hídricos deben señalar caminos posibles de transitar, con el objeto de lograr una mejor calidad de vida de todos sus habitantes, basadas en las seguridades que ofrece la naturaleza y en la inteligencia de sus habitantes.

Como es sabido, las precipitaciones en las tierras secas son escasas, altamente variables en el tiempo y el espacio y no alcanzan para sustentar las actividades de sus pobladores, situación que se advierte fácilmente en el caso de la agricultura. Vale decir que las precipitaciones no ofrecen las seguridades imprescindibles para el desarrollo de las actividades humanas. Es por eso que el hombre ideó técnicas para el aprovechamiento del agua de sus ríos, sabiendo de antemano que los caudales de esos ríos también eran escasos y variables.

Si se aceptan como razonables los cálculos efectuados sobre la existencia de agua en el planeta<sup>16</sup>, que señalan que del total de agua sólo el 3% corresponde a agua dulce y de ese porcentaje el 1% corresponde a agua dulce superficial de fácil acceso, mientras que las existencias de agua subterránea son del 20%, se comprende por qué el agua subterránea ofrece las seguridades que no brindan otras fuentes.

En el caso de la provincia de Mendoza se ha indicado que los grandes reservorios subterráneos cubren el 49,31% de su superficie y almacenan un volumen de 701.000 hm<sup>3</sup> de agua dulce. Todo esto frente a caudales muy variables y pequeños de sus ríos, a una capacidad de todos los embalses superficiales de tan sólo 1.800 hm<sup>3</sup> y a valores de precipitación muy por debajo de los necesarios para el desarrollo de cultivos de alto valor.

Esto está indicando que el agua subterránea es y será la fuente segura para el abastecimiento de agua para usos urbanos, industriales, ganaderos, mineros, agrícolas y de recreación, sin pensar que ésta sola fuente pueda sustentar todos esos usos, pero sí está indicando que explotada en conjunto con los recursos superficiales brinda la seguridad necesaria que necesitan los distintos aprovechamientos.

## REFERENCIAS

- CIA, 2002. The World Factbook. En : [www.cia.gov/cia/publications/factbook/index.html](http://www.cia.gov/cia/publications/factbook/index.html)
- Chambuleyron, J., 2001. Plan Estratégico de Mendoza 2010. Oferta Hídrica.
- Departamento General de Irrigación de la Provincia de Mendoza, 2002. Reuso Agrícola de Efluentes Cloacales e Industriales.
- Departamento General de Irrigación de la Provincia de Mendoza. Obras y Proyectos, 1997-2001. Infraestructura Hidráulica Básica
- Le Huerou, H.N. 1989, Classification éoclimatique des zones aride (s.l.) de L´Afrique du Nord. Ecología Mediterránea,. XV (3/4): 95-144
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 1971. Investigación de las Aguas Subterráneas en el Noroeste Argentino. Estudio preliminar de las aguas subterráneas de la cuenca inferior del río Mendoza. Informe Técnico N° 4. Preparado para el Gobierno de la Argentina por las Naciones Unidas. Nueva York. 167 pp. más ilustraciones.
- Roig, F. A., González Loyarte, M. M., Abraham, E. M., Méndez, E., Roig, V. G. y Martínez Carretero, E. 1991. World Atlas of Desertification. United Nations Environmental Programme. UNEP, pp. 50-53.
- Servicio Geológico de Obras Públicas, 1983. Utilización conjunta de aguas superficiales y subterráneas (Andrés Sauquillo Herráiz, Director). Universidad Politécnica de Valencia. España.
- Torres, E. y J. Zambrano, 2000. Hidrogeología de la provincia de Mendoza. En: Argentina: Recursos y Problemas Ambientales de la Zona Arida. 1° Parte: Pcias. de Mendoza, San Juan y La Rioja Tomo I: Caracterización Ambiental (E. M. Abraham y F. Rodríguez Martínez, Ed.), GTZ, IDR (Univ. Granada), IADIZA, SDSyPA. Bs.As., pp. 49-58.
- Torres, E., A. Alvarez y L. Torres, 1992. Evaluación del recuso hídrico del sistema lagunar del río Mendoza. Lavalle. Consejo de Investigaciones de la UNC.
- UNEP, 1990. The Assessment of Global Desertification: Status and Methodology. Nairobi, 15-17 feb., 61p.
- UNESCO, 1997. Research Guide to the Arid Lands of the World. En: [www.unesco.org.uy](http://www.unesco.org.uy)

## NOTAS

- 1 Superficie de todos los países de Iberoamérica: Sur América, Centro América, Islas del Caribe y México
- 2 Fuente: Torres, Eduardo(2003) Cálculo elaborado en base a datos de: Research Guide to the Arid Lands of the World.UNESCO(1997);CIA-The World Factbook 2002.
- 3 UNEP, 1990. The Assessment of Global Desertification: Status and Methodology. Nairobi, 15-17 feb., 61p.
- 4 Le Huerou, H.N. Classification éoclimatique des zones aride (s.l.) de L´Afrique du Nord. Ecología Mediterránea,XV (3/4): 95-144
- 5 World Atlas of Desertificación. United Nations Environmental Programme. 1992. Pag 50 Argentine Bioclimatic Zones y Aridit zones in Mendoza (index P/PET)
- 6 Fuente: Departamento General de Irrigación. Año 2002
- 7 Argentina: Recursos y Problemas Ambientales de la Zona Arida. TomoI. pag. 56. Hidrogeología. E Torres,Zambrano J. 2000
- 8 Plan Estratégico de Mendoza 2010.Oferta Hídrica. Chambouleirón J. 2001
- 9 Diario Los Andes, 23/03/2003
- 10 Plan Estratégico de Mendoza 2010.Oferta Hídrica. Chambouleirón J. 2001
- 11 Diario Los Andes, 23/03/2003
- 12 Departamento General de Irrigación de la Provincia de Mendoza. Reuso Agrícola de Efluentes Cloacales e Industriales. 2002
- 13 Evaluación del recuso hídrico del sistema lagunar del río Mendoza. Lavalle. E Torres, Alvarez A, Torres M L.CIUNC.1992
- 14 Argentina, recursos y problemas ambientales de la zona árida. Tomo I. Hidrogeología. Torres, E; J. Zambrano 2000
- 15 Plan Estratégico de Mendoza 2010.Oferta Hídrica. Chambouleirón J. 2001
- 16 Atlas of the environment 1990

[Volver a: Agua en el cono sur de América](#)