

SOSTENIBILIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA PROVINCIA DE LA RIOJA

Ing. Victoria Álvarez Uliarte. Desarrollo Operacional, Aguas Riojanas SAPEM.

Introducción

El agua es un recurso estratégico que posee valor económico, social y ambiental; es esencial para la vida y la producción. En los últimos años cada vez es más evidente el desequilibrio entre la disponibilidad y la demanda de este recurso.

El territorio provincial es árido, con pocas lluvias y bajos volúmenes de recarga anual de los acuíferos. Algunas fuentes aseguran que La Rioja es la provincia más seca del país, con un recurso hídrico superficial de tan solo 12.000 l/s (seguido por Catamarca con 48.000 l/s), una precipitación media anual de 385 mm y un alta tasa de evaporación como consecuencia de las altas temperaturas.^[18]

El hecho de que el agua subterránea sea una fuente “invisible”, conduce a la sobreexplotación y a la incertidumbre con respecto al futuro de las actividades productivas y del abastecimiento de la población. En las zonas áridas, esta situación es sumamente crítica. Las consecuencias de la sobreexplotación en la provincia de La Rioja se han hecho evidentes mediante el abatimiento de las napas, el deterioro de la calidad del agua y, como consecuencia de esto, el aumento de los costos de extracción.

La conservación de los recursos hídricos debe ser una prioridad, ya que de ello depende el crecimiento económico de la provincia y la seguridad de nuestra población. Debemos tomar medidas urgentes para mitigar la crisis hídrica.

Hidrogeología de la provincia de La Rioja [1]

La red hidrográfica de la provincia de La Rioja se caracteriza por la ausencia de ríos permanentes y la gran cantidad de torrentes, arroyos y ríos secos -la mayoría sin desagües y de corto trayecto, perdiéndose en depresiones y en su propio lecho-. Sus crecientes dependen de las escasas pero torrenciales lluvias de verano.

La superficie provincial es de 89.680 km² y las cuencas de agua ocupan el 40.31% de su territorio, el resto está ocupado por cerrilladas, salinas y tierras malas. Las áreas cultivadas se desarrollan en los valles intermontanos o en las zonas de llanura, en coincidencia con las cuencas de agua subterránea.

Se estima que las reservas subterráneas alcanzan los 71.500 hm³; sin embargo, solo 4.371 hm³ son aptos para consumo y económicamente explotables. Las reservas de agua subterránea en la provincia son de vital importancia debido a la aridez del clima y

la ausencia de cursos de agua con caudales que permitan satisfacer la creciente demanda.

Es necesario completar los relevamientos de este recurso a través de exploraciones geofísicas y ensayos de producción de pozos para ajustar los parámetros de los acuíferos existentes y obtener un cálculo más exacto del volumen almacenado en el subsuelo. Los estudios hidrogeológicos permitirán conocer las áreas ocupadas por acuíferos libres y por acuíferos confinados, definiendo las direcciones de flujo de las aguas subterráneas. La cuantificación de las reservas y la ubicación de industrias, áreas urbanas y zonas cultivadas, permitirán conocer la vulnerabilidad de los recursos hídricos subterráneos y diseñar planes para su preservación. La explotación de cada cuenca debe estudiarse para evaluar la manera más eficiente y sustentable de complementar los recursos superficiales con la explotación de recursos subterráneos. Las zonas óptimas para la construcción de pozos deben definirse atendiendo a la litología de los materiales del subsuelo y a los parámetros hidráulicos definidos en las etapas de exploración y explotación.

Casi la totalidad de los acuíferos explotados o explotables en la provincia, se encuentran en los valles y depresiones intermontanos constituidos por sedimentos cuaternarios pedemontanos, aluviales y eólicos -arenas, gravas y gravilla-. En las bajadas de pie de monte predominan los sedimentos gruesos, por lo que generalmente se encuentran acuíferos libres, mientras que en las partes centrales de las depresiones (especialmente al centro y este de la provincia) es frecuente encontrar intercalaciones de limos y arcillas, resultando en acuíferos en condiciones de confinamiento o semiconfinamiento.

Al sur de la provincia se encuentran las **subcuencas de Ñoqueve, Chepes y Chancaní-Ulapes**, sus reservas explotables se estiman en 20, 40 y 50 hm³ respectivamente. Al este están las **cuencas de Paganzo y Salinas Grandes**, con reservas explotables estimadas en 200 y 100 hm³. Ocupan los departamentos de Rosario Vera Peñaloza, General San Martín, General Belgrano, Gobernador Gordillo y Capital. Todas estas se encuentran en terrenos cuaternarios de poco espesor, por debajo del cual hay depósitos terciarios, casi siempre portadores de aguas mineralizadas y por lo tanto no aptas. Se considera que el agua aprovechable se encuentra principalmente en las fajas pedemontanas, las partes centrales de las cuencas han acumulado limos y arcillas salinos.

Al suroeste de la provincia se encuentra la **cuenca de Valle Fértil-Mascasín**, con reservas estimadas de 270 hm³. Hacia el sureste de la cuenca aumenta la mineralización del agua por la influencia de limos salinos cuaternarios y de la base terciaria cercana a la superficie.

En el departamento Capital se encuentran el **bolsón de Huaco y la cuenca de Paganzo**, cuyas reservas explotables son de 50 y 200 hm³ respectivamente. En el estado actual de los conocimientos, el agua aprovechable en la cuenca de Paganzo se encuentra principalmente en la faja pedemontana de las sierras de Velasco y Ambato. Esto nos indica que el crecimiento de la ciudad debería proyectarse a lo largo de la ladera de la sierra de Velasco y Ambato -hacia el este se acumulan limos salinos y por lo tanto el agua está mineralizada-. Sin embargo, la cuenca no está completamente explorada y podría encontrarse agua apta en la zona no cubierta por limos salinos.

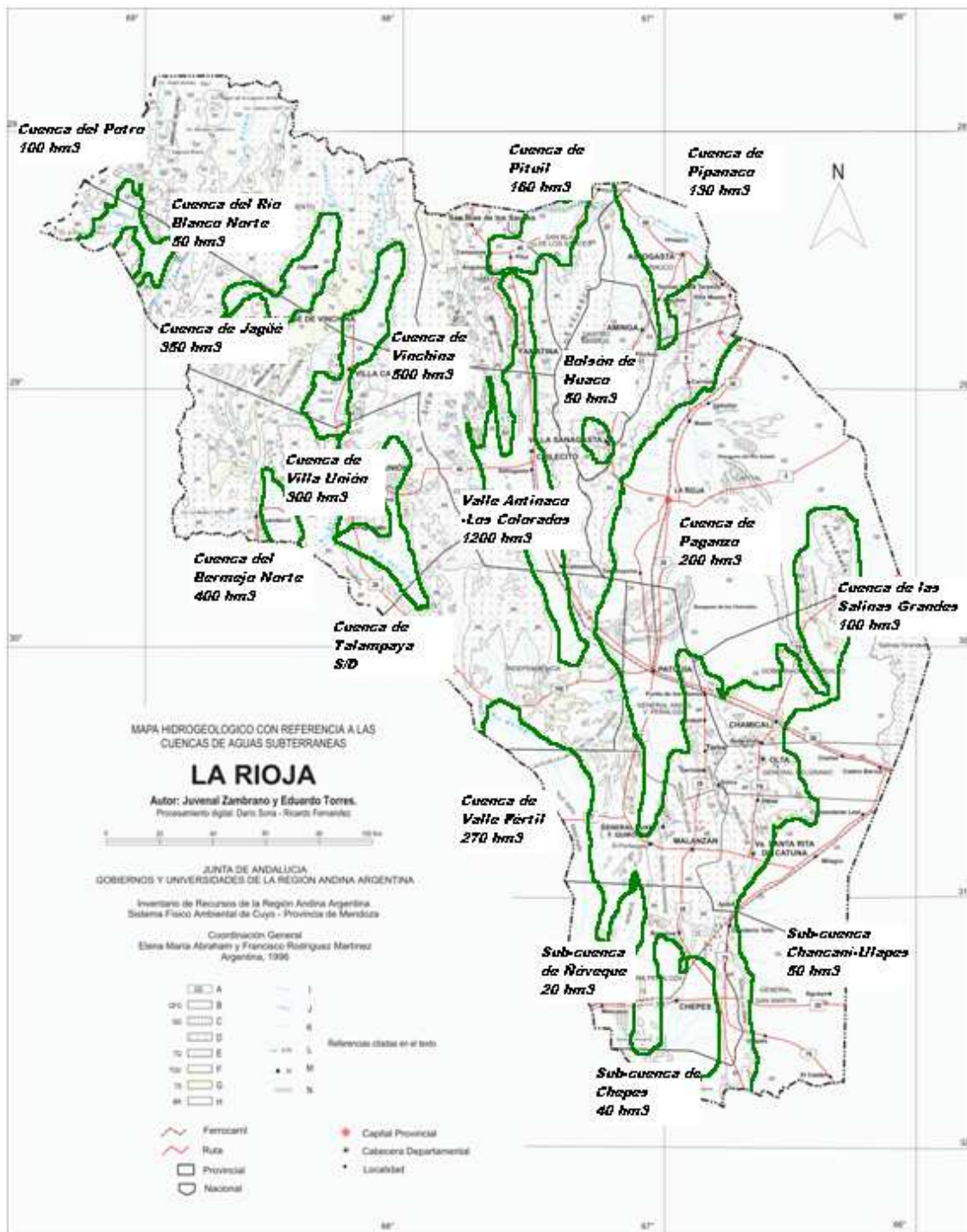
Las **cuencas de Pipanaco y Pituil**, con reservas explotables estimadas de 130 y 160 hm³ respectivamente, abastecen los departamentos de Arauco, Castro Barros, San Blas de los Sauces y Famatina.

El **Valle Antinaco-Los Colorados**, con reservas explotables estimadas en 1200-1500 hm³, constituye la mayor reserva disponible en la provincia. El gran volumen de esta reserva junto con la conveniente localización de la cuenca a lo largo del centro de la provincia (en dirección norte-sur), hacen del Valle Antinaco-Los Colorados una reserva estratégica para el futuro de la provincia de La Rioja. Deberían ampliarse los estudios hidrogeológicos en esta cuenca y tomarse todas las medidas necesarias para explotarla de manera sustentable.

Las **cuencas de Jagüé, Bermejo Norte, Vinchina y Villa Unión**, al noroeste de la provincia constituyen una importante reserva, con reservas explotables estimadas en 350, 400, 500 y 300 hm³.

Las **cuencas del Potro y del Río Blanco Norte**, con reservas explotables de 100 y 50 hm³ respectivamente, y localizadas en extremo noroeste de la provincia constituyen un recurso explotable localmente aunque por su localización y su volumen no constituyen un recurso estratégico para la provincia.

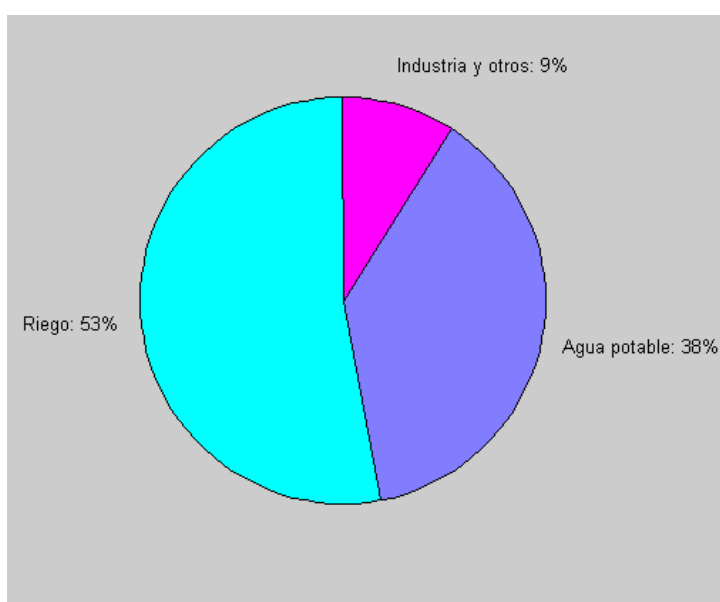
Mapa geológico publicado por la Secretaría de Minería de la Nación



Crecimiento de la demanda y competencia por el recurso

La demanda de agua potable crece a una tasa más alta que la población. Con el crecimiento poblacional aumenta la necesidad de producir alimentos, crece el sector industrial y el comercio; a medida que mejora la calidad de vida de los habitantes, aumentan sus expectativas con respecto a la cantidad y calidad del agua para uso doméstico, demandan más y mejores servicios -centros de salud, escuelas, espacios recreativos, transporte, etc.-. La competencia por el recurso se intensifica y surge la necesidad de implementar una gestión eficiente y sustentable del agua.

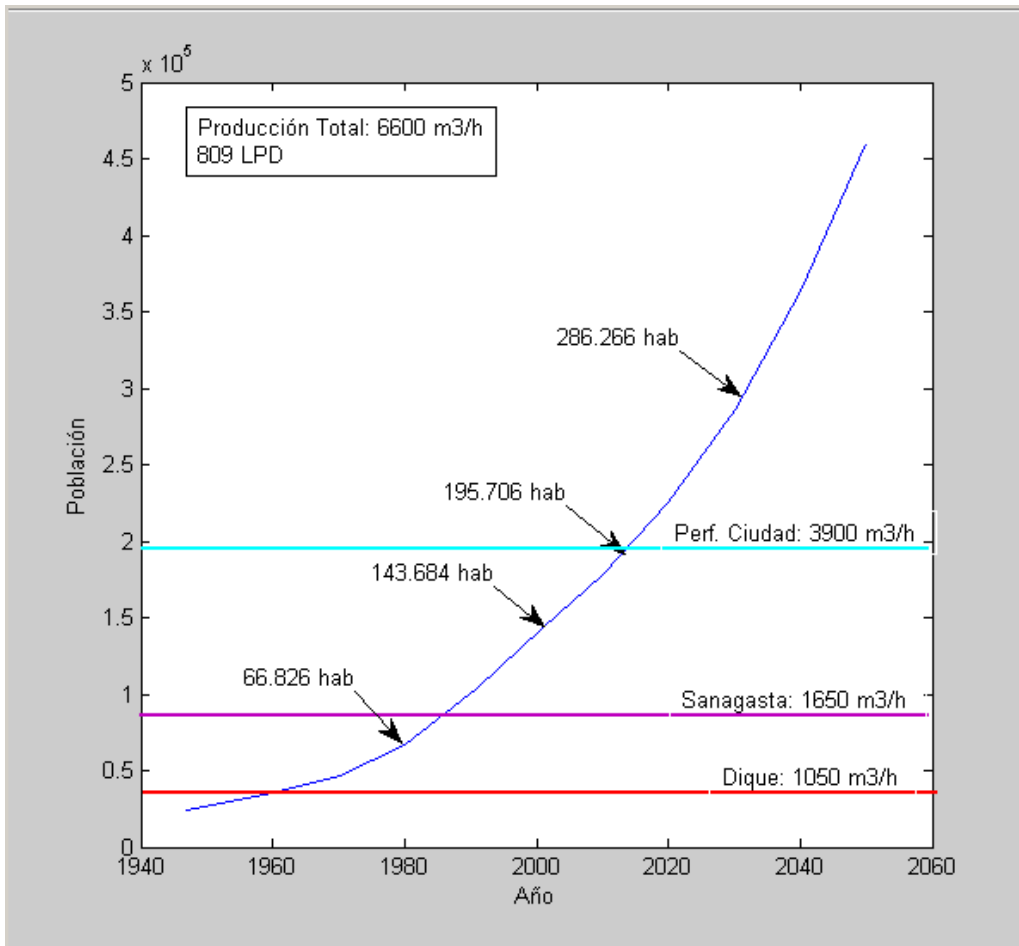
En 1998 el Instituto Argentino de Seguridad publicó que, en la provincia de La Rioja, para un consumo total de 45 hm³/año el 53 % correspondía a riego, el 38% a agua potable y el 9% a industria y otros. ^[16]



El departamento de Chilecito se caracteriza por un fuerte desarrollo agroindustrial, destacándose cultivos de vid, olivo, frutales varios y, en menor escala, hortalizas. De las 12.765 has cultivadas (CNA, 2002) el 75 – 80 % son irrigadas con aguas provenientes de perforaciones subterráneas.[17] El resto de las tierras cultivadas utilizan para riego las pocas fuentes superficiales disponibles. Usuarios domésticos y agropecuarios compiten por el mismo recurso y la falta de caudal para satisfacer la demanda hídrica de los cultivos es un problema que se presenta cada año, en particular en el período estival.

Las tasas de crecimiento poblacional registradas en el último período intercensal para las distintas localidades de la provincia de La Rioja, son las más bajas desde 1970. Sin embargo, el mejoramiento de las condiciones sanitarias y alimentarias básicas, políticas de desarrollo económico, programas de erradicación de enfermedades, etc., afectarán directamente la tasa de crecimiento poblacional y nos llevarán a distintos escenarios. El futuro es incierto y la gestión de los recursos hídricos deberá ser lo suficientemente flexible para adaptarse a los cambios.

En 1980 cuando los escasos recursos hídricos superficiales del Departamento Capital de La Rioja estaban aprovechados prácticamente en su totalidad, se implantó la Ley Nacional de Desarrollo Económico de la Provincia de La Rioja (Ley Nº 22021, 1979). La necesidad de agua como consecuencia de la política adoptada para el crecimiento de la población, industria y actividad agrícola, se cubrió con extracción de agua subterránea ^[16]. Se estima que en el departamento Capital la extracción subterránea aumentó de 2.4 hm³/año en 1974 a 46.4 hm³/año en 1998. ^[16]



Fuentes de abastecimiento según ha ido creciendo la población en la ciudad de La Rioja

Gestión Integral de los Recursos Hídricos (GIRH)

Manejando el ciclo urbano del agua como un sistema integrado, encontraremos que hay soluciones que permitirán reducir la brecha entre la demanda y la disponibilidad de agua.

La gestión integral de los recursos hídricos incluye un conjunto de técnicas, cada una de las cuales representa una pequeña ganancia de manera individual pero combinadas pueden hacer una contribución sustancial al problema de escasez hídrica ^[12]:

- ✓ Recolección de agua de lluvia
- ✓ Gestión de la demanda

- ✓ Reducción de pérdidas
- ✓ Reutilización del agua

La provincia de La Rioja puede beneficiarse enormemente con la incorporación de estas técnicas. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que no todos los escenarios incluyen todas las opciones ya que cada uno de los centros urbanísticos en nuestra provincia presenta desafíos particulares y deberá evaluarse la estrategia a utilizar en cada caso.

La **recolección de agua de lluvia** en diques permite aprovechar los torrentes estacionales de los ríos y aumentar las reservas superficiales disponibles. Otra técnica habitual consiste en la **recarga artificial de acuíferos** con agua de lluvia o agua tratada.

La implementación de técnicas de **gestión de la demanda** para reducir la dotación de agua por habitante permite mejorar la eficiencia del transporte y manejo del fluido, contribuyendo a un uso eficiente del recurso.^[2] La reducción del consumo depende en gran medida del cambio en la conducta de los usuarios. Es fundamental concientizar a la población sobre el uso responsable del agua y educarla para que tome un rol activo en su conservación.

Los programas de **reducción de pérdidas** ayudan a conservar el agua y a disminuir los costos operativos y de extracción. Los componentes del agua no contabilizada se determinan mediante balances de agua; estos comparan los volúmenes que entran a la red con los que se entregan a los usuarios. Para administrar, planear y tomar decisiones de manera adecuada, el prestador del servicio debe partir de información confiable cuya generación requiere esfuerzo, tiempo y recursos. Para corregir las pérdidas, debemos comenzar por detectarlas, cuantificarlas y clasificarlas. No se puede controlar lo que no está medido. Debemos conocer cuánta agua se está perdiendo, dónde y por qué, qué estrategias pueden aplicarse para reducir pérdidas y mejorar el desempeño, y la manera de dar continuidad a la estrategia para que los logros sean sostenibles en el tiempo.

El **tratamiento y reúso de aguas residuales** es una estrategia muy utilizada porque resulta técnica y económicamente efectiva, a la vez que social y ambientalmente beneficiosa.

Reutilización de los Recursos Hídricos

En 1958 el Consejo Económico Social de las Naciones Unidas recomendaba que **“A menos que existan grandes excedentes, nada del agua de la más alta calidad debería ser utilizada en actividades que toleren un nivel de menor calidad”**.^[11]

Hoy en día una gran cantidad del agua potable disponible se usa para riego de jardines, parques, calles de tierra, campos de deporte, lavado de autos, producción agrícola y producción industrial.

Son muchas las opciones de reutilización del agua tratada, la de mayor difusión es el riego productivo. El agua de reúso tiene un alto valor agregado para el productor agropecuario por ser rica en nitrógeno, fósforo y otros nutrientes, esto minimiza el uso de agroquímicos y fertilizantes, y permite aumentar el rendimiento productivo. La disponibilidad de un importante caudal de líquido, predecible y constante, es un factor sumamente beneficioso para el productor ya que le permite planificar sustentablemente y evaluar la viabilidad y las dimensiones de sus emprendimientos productivos.

Diferentes estudios de rentabilidad de productores que riegan con agua tratada en India, Ghana, Senegal, Kenia y México, arrojaron ganancias –con respecto a los que riegan con agua potable- de entre 420 y 2800 U\$S por hectárea por año (Keraita et al., 2008). En Pakistán los productores han aceptado pagar tasas por el agua residual a un valor de entre 350 y 940 U\$S por año en lugar de 170 U\$S al año por el agua potable, ya que han comprobado que regando con agua tratada tienen tres cosechas al año en lugar de una y no tienen que incorporar nutrientes comerciales. A pesar del valor de la tasa, los regantes con agua tratada ganan 300 U\$S más por año por hectárea que los regantes con agua potable (Ensink et al., 2004).^[10]

En nuestro país ya tenemos algunas experiencias en esta práctica. Comenzando por nuestra propia experiencia, parte del líquido tratado por la estación depuradora de la ciudad de La Rioja –entre 10 y 20%- es utilizado para el riego de 85 has, que producen un total de 70.000 fardos de alfalfa al año destinados a la cría de animales. El establecimiento de depuración de Campo Espejo en la provincia de Mendoza recibe los líquidos residuales de los departamentos Capital, Las Heras y Godoy Cruz; una vez tratado riega un total de 1785 has de cultivos restringidos especiales. En la provincia de Río Negro, Las Grutas tiene una producción de aceite de oliva con olivos regados con agua tratada; en Puerto Madryn se ha llegado a un tratamiento total del líquido cloacal recolectado, y el líquido tratado es reutilizado para riego por la Fundación Ceferino Namuncurá, la Municipalidad de Puerto Madryn y la empresa Aluar. Hay algunos emprendimientos productivos en Trenque Lauquen –provincia de Buenos Aires-, Villa Nueva –provincia de Córdoba- y Comodoro Rivadavia –provincia de Chubut-.^[11]

Los emprendimientos con agua de reúso que se han podido llevar a cabo en nuestro país, han generado un movimiento económico a nivel local gracias a los productos que son comercializados, se ha generado mano de obra, se brinda un servicio ambiental gracias a los nuevos espacios verdes, forestaciones, servicio de prevención de incendios, producen un embellecimiento del entorno, otorgan la oportunidad de una producción vegetal/animal impensada para una región con un fuerte déficit hídrico, y

contribuye a mitigar situaciones de marginalidad -asegurando cierta dotación de agua residual tratada a sectores relegados de la sociedad se les brinda una oportunidad genuina de autosustentabilidad-. Estas experiencias han demostrado que es posible y necesario alcanzar un manejo integral del agua residual tratada, en particular en zonas áridas y semiáridas. ^[10]

Muchas ciudades donde al igual que en nuestra provincia tienen serios problemas de escasez de agua potable, han desarrollado un doble reticulado que provee a los hogares agua reciclada de tipo A+ para usos no potables como descarga de inodoros y riego de jardines.

Con un promedio de lluvia anual de 360 mm, altas tasas de evaporación superficial y una distancia de 750 km al río perenne más cercano, la ciudad de Windhoek -Namibia- enfrenta grandes retos para asegurar la disponibilidad de agua potable a su población. Todas las fuentes de agua en un radio de 500 km fueron completamente explotadas y la población crece rápidamente. El 70% del agua potable depende de 3 represas construidas entre 1978 y 1993 que se recargan con el aporte de ríos efímeros que solo tienen agua durante unos pocos días al año, luego de lluvias intensas; el principal consumidor de estas reservas resulta ser la evaporación, que llega a consumir incluso el doble de agua que la población. Desde 1969 en la ciudad de Windhoek opera la *Goreangab Reclamation Plant*, que recibe el efluente de la planta de tratamiento de las aguas residuales urbanas. Se basa en un concepto de múltiples barreras diseñadas para reducir las concentraciones de las sustancias a los valores establecidos para el agua potable; entre estos sistemas de barrera se incluyen tratamientos para parámetros físicos como la turbidez y color, y tratamientos contra bacterias, virus y contaminantes microbiológicos -ozonización, ultrafiltración y clorinación-. El agua reciclada se mezcla con la proveniente de las reservas superficiales y se entrega al consumidor a través del sistema de distribución de agua potable. Para mantener la seguridad y confianza de la población, se monitorea la calidad del agua en todas las etapas del proceso y en las líneas de conducción. Las reservas subterráneas son utilizadas solo en caso de emergencia cuando no hay disponible suficiente agua superficial. Estudios del Banco Mundial demuestran que las enfermedades de origen sanitario han disminuido entre la población desde que se ha aumentado la disponibilidad de agua potable a partir de esta fuente no convencional. Goreangab es un ejemplo de una innovación realizada exitosamente en un país con pocos recursos, tanto naturales como financieros, y los ciudadanos de Windhoek se sienten orgullosos de ser un ejemplo mundial en reclamación directa del agua.

La repotabilización de los efluentes urbanos que resultó una innovación en 1968 hoy se está haciendo popular. La experiencia de Namibia fue adoptada por el condado de California, que desde 2008 contribuye al sistema de abastecimiento de agua potable

con agua reciclada proveniente de la planta de tratamiento de efluentes cloacales; Los Ángeles, San Francisco, San Diego y Texas también lo están adoptando.

Singapur cuenta con uno de los mejores sistemas de salud y educación a nivel mundial. Con mínimos recursos hídricos, es otro excelente ejemplo de las posibilidades del agua reciclada. Históricamente, Singapur ha importado agua potable desde Malasia; problemas políticos pusieron en riesgo esta fuente, convirtiendo el agua en un serio problema de estado. En 2002 se inauguraron las primeras 2 plantas de purificación de agua proveniente del sistema de saneamiento urbano a las que llamaron NEWater. En la actualidad son 5 las plantas de recuperación que se encuentran operando, aportando el 30% de las necesidades de agua potable de Singapur. En esta isla del Pacífico tan solo un 10% del agua potable proviene de la desalinización del agua de mar, fueron los altos costos de la desalinización y los excelentes estándares de calidad alcanzados por NEWater –superan a los de las fuentes convencionales- los que llevaron al agua purificada a convertirse en la fuente estratégica de abastecimiento para la isla.

La barrera para utilizar esta fuente no convencional de agua potable no es tecnológica, económica o sanitaria, debemos vencer la barrera psicológica y aprovechar la tecnología que nos permite la reutilización directa del agua para usos potables. *“El agua no debe ser juzgada por su historia, sino por su calidad”* –L. van Vuuren-. De hecho, es práctica común la recarga de acuíferos con agua tratada o el volcado de efluentes cloacales en ríos o lagos, perdida entonces su identidad como “efluente” el agua es sometida a tratamientos convencionales de potabilización y reutilizada por la población como fuente de agua potable. ^[14]

La Agencia de Protección Ambiental -EPA por sus siglas en inglés- fue creada en 1970 en los Estados Unidos y es una referencia a nivel mundial que consolida en un único organismo las actividades de investigación, monitoreo, fijación de estándares y fortalecimiento necesarios para asegurar la protección del medio ambiente. Son muchas las opciones de reutilización del agua tratada, en “2012 Guidelines for Water Reuse” ^[19] la EPA identificó las siguientes categorías de reúso:

Tabla 1

Categoría de Reúso		Descripción
Reúso Urbano	Restringido	Uso de agua tratada para aplicaciones no potables en el área municipal donde el acceso del público está restringido ya sea por barreras físicas o institucionales como vallas, señalización de prohibición de paso o restricción de acceso temporal.
	No restringido	Uso de agua tratada para aplicaciones no potables en el área municipal donde el acceso del público no está restringido.
Reúso Agrícola	Cultivos alimenticios	Uso de agua tratada en el riego de cultivos destinados al consumo humano.
	Cultivos alimenticios que serán procesados y cultivos con fines no alimentarios	Uso de agua tratada en el riego de cultivos que serán procesados antes de ser destinados al consumo humano o bien no serán destinados al consumo humano.
Embalses	Restringido	Uso de agua tratada en embalses donde el contacto con el cuerpo humano está restringido (en esta categoría se puede incluir la pesca y navegación)
	No Restringido	Uso de agua tratada en embalses donde no hay limitaciones en el contacto del cuerpo con el agua en actividades recreacionales.
Reúso Ambiental		Uso de agua tratada para crear, mantener o aumentar cuerpos de agua, incluidos humedales, hábitats acuáticos o cursos de agua.
Reúso Industrial		Uso de agua tratada en procesos industriales, refrigeración y minería.
Recarga de Acuíferos para usos no potable		Uso de agua tratada en la recarga de acuíferos que no son utilizados como fuente de agua potable
Reúso Potable	Indirecto	Aumento de las fuentes de agua potable (superficiales o subterráneas) con agua tratada seguido de un buffer ambiental previo al tratamiento de potabilización habitual.
	Directo	Introducción del agua tratada en el sistema de tratamiento y distribución de agua potable sin buffer ambiental previo.

Existe una gran variedad de tratamientos disponibles que permiten obtener agua de la calidad apropiada para cada aplicación. Al seleccionar el tratamiento adecuado para cada uso específico, se pueden controlar los costos de suministro y retrasar las inversiones en tratamientos más avanzados.

Oportunidades a Nuestro Alcance

La gestión integral de los recursos hídricos puede implementarse a nivel institucional, municipal, barrial o domiciliario. Las nuevas áreas de desarrollo urbano, las viviendas sociales y pequeñas localidades del interior de nuestra provincia, son áreas particularmente atractivas para implementar estas técnicas que permitirán aumentar significativamente la disponibilidad de agua de la población al tiempo que tendrán un impacto positivo en la sustentabilidad del recurso hídrico.

A nivel institucional, el operador del servicio puede reducir las pérdidas y el derroche a través de programas de preservación ambiental y administración de la demanda, en

combinación con acciones de control de fugas y de rehabilitación a la red de tuberías. Las pérdidas comerciales incluyen errores de medición, errores de facturación, usos no autorizados, usos autorizados pero no facturados y errores en el padrón de usuarios. Las pérdidas físicas o fugas pueden encontrarse en cualquier punto del sistema de abastecimiento, pueden ser visibles, ocultas (aunque visibles al realizar auditorías en cajas de válvulas y medidores domiciliarios) o no visibles; estas últimas se infiltran al subsuelo y normalmente pasan desapercibidas y es difícil ubicarlas si no existen programas de auditoría volumétrica apoyados en sectorización y recorridos de inspección con equipos de ultrasonido. Reducir las pérdidas reporta numerosos beneficios ambientales pero también resulta beneficioso para el operador y para la población, ya que aumentará indirectamente la cantidad de agua potable disponible para la población y esto permitirá reducir la extracción de fuentes subterráneas favoreciendo la recarga de los acuíferos, permitirá ampliar la cobertura y postergar la necesidad de desarrollo de nuevas fuentes de abastecimiento. Al manejar un menor volumen de agua se maximiza el rendimiento del sistema de distribución, disminuyen los costos operativos, mejora la continuidad del servicio y se posterga la necesidad de ampliación de la infraestructura existente.

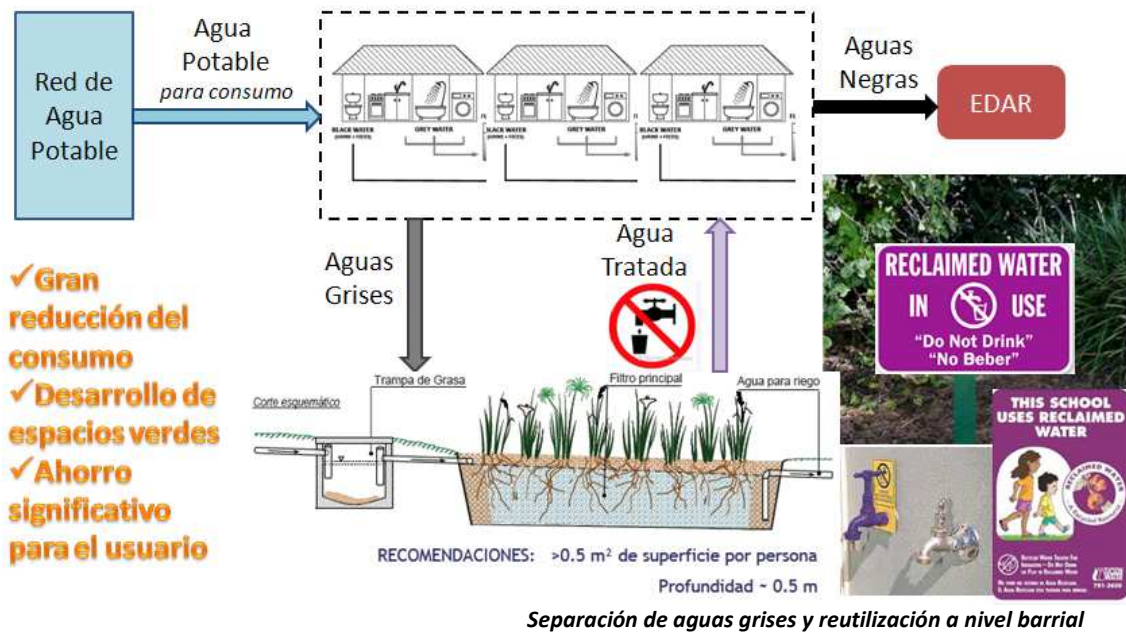
Las aguas residuales municipales en nuestra provincia son tratadas en lagunas de estabilización, un posterior filtrado y desinfección serán suficientes para alcanzar los estándares requeridos para la reutilización de agua no potable de uso urbano no restringido. Un doble reticulado permitirá su distribución. Para hacer un uso seguro e impedir cualquier ingesta accidental, la población debe recibir información clara, la red de agua reclamada debe estar claramente diferenciada de la red de agua potable y deben haber carteles que indiquen la condición "NO POTABLE" del agua.



Doble red para distribución de agua potable y agua reclamada

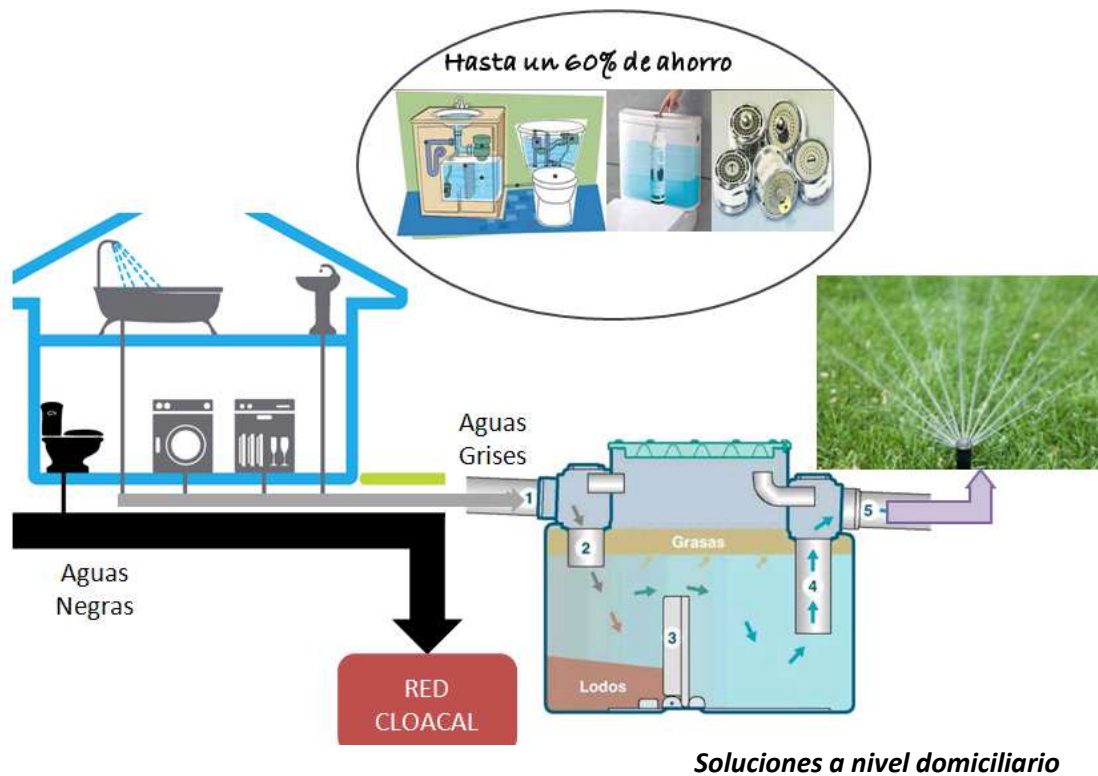
En un grupo de viviendas, barrio o pequeño centro urbanístico, la separación de aguas grises y negras permite conectar las aguas negras a la red de efluentes cloacales municipales y tratar las aguas grises en humedales para su reutilización en riego. Al

igual que en el caso de agua no potable municipal, la red de agua reclamada debe estar claramente diferenciada de la red de agua potable y deben haber carteles que indiquen la condición "NO POTABLE" del agua.



A nivel domiciliario, se puede incorporar una serie de elementos que permiten ahorrar una cantidad considerable de agua:

- Se fabrican depósitos duales para higienizar el inodoro, con opción para liberar 3 o 9 litros. Se consiguen mochilas de loza con doble descarga, es posible adaptar depósitos tipo mochila e incorporar una tecla selectora de doble descarga a un depósito embutido. Esto permite un ahorro de hasta un 60%.
- Un perlizador en las canillas, un reductor de caudal en las duchas consiguen bajar hasta un 60% el consumo de agua.
- En las escuelas, industrias e instituciones públicas la instalación de canillas temporizadas reducen el consumo en un 30-70%.
- La separación de aguas grises para su reutilización en riego dentro de la misma vivienda permite un importante ahorro en el consumo. Esto es algo muy simple y económico de implementar, solo necesita un colector de aguas grises y una cisterna de almacenamiento.



Principales inconvenientes para implementar estas estrategias

Los cambios en las políticas gubernamentales y la debilidad institucional son un obstáculo para implementar estrategias a largo plazo. La falta de coordinación entre los organismos gubernamentales y municipales -encargados de planificar el desarrollo urbano, autorizar la venta de lotes para la construcción de viviendas, etc.- y el prestador del servicio -responsable de desarrollar las fuentes e infraestructura necesaria para abastecer a las nuevas zonas urbanas-, afectan la calidad del servicio en toda la región y excluyen del servicio a algunos sectores de la población. A la falta de coordinación y planificación, se suma el rápido crecimiento de asentamientos urbanos no planificados. Es importante que todos los involucrados reconozcan la importancia de coordinar sus acciones individuales con aquellas de los demás organismos. Los responsables de planificar el desarrollo urbano deben apoyarse en los profesionales del sector del agua desde las primeras etapas de la planificación para conocer las limitaciones y posibilidades de cada área.

Para que las políticas y estrategias de desarrollo sustentable puedan implementarse, es necesario desarrollar herramientas de planificación, implementación y gestión. Esto demanda recursos financieros y humanos, pero el cobro del servicio no cubre los gastos de inversión, mantenimiento y capacitación, colocando al operador en una situación precaria en la resulta dificultoso garantizar la permanencia y continuidad del servicio. La falta de inversión y de mantenimiento

ha deteriorado la infraestructura, la débil situación financiera ha afectado otro elemento clave para lograr servicios de calidad, los recursos humanos.

Uno de los principales obstáculos que se presentan al evaluar la situación hídrica y sus posibles soluciones, es la falta de información. Es necesario partir de información precisa. Registros de estaciones pluviométricas, niveles de aguas superficiales, cuantificación precisa de las reservas subterráneas, registro del caudal extraído del subsuelo, censos agropecuarios, censos poblacionales, métodos de riego, toda esta información debe estar disponible para su análisis. Debemos conocer la tasa de extracción y la tasa de recarga de los acuíferos, cuantificar y cualificar las reservas.

Es de gran importancia la relación entre los profesionales del sector y la comunidad científica; para brindar soluciones a la comunidad, los profesionales deben tener la oportunidad de plantear nuevos retos a la comunidad científica, deben conocer las innovaciones tecnológicas disponibles y experiencias de otras localidades.

Referencias

1. Zambrano J. y Torres E. (1996) "Hidrogeología de la provincia de La Rioja". Universidad Nacional de San Juan. Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CRICYT).
2. Buenfil Rodríguez M.O. "Guía para Organismos Operadores – Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento." *IMTA, Fondo para la comunicación y educación ambiental A.C.*
3. Yepes G. and Dianderas A. "Water and Wastewater Utilities Indicators 2nd edition." *The World Bank Publications.*
4. López Jiménez A., López Patiño G., Martínez Solano J. y Pérez García R. "El modelo de la red de distribución como herramienta de gestión y toma de decisiones: La importancia de la calibración del mismo." *Grupo multidisciplinar de Modelación de Fluidos, UPV.*
5. Walski, T., DeFrank, N., Voglino, T., Wood, R. and Whitman, B. "Determining the Accuracy of Automated Calibration of Pipe Network Models." *8th Annual Water Distribution System Analysis Symposium, Cincinnati, Ohio, USA, August 27-30, 2006.*
6. Bosch Fuentes, P. y Recio Villa, I. "Calibración y simulación del sistema fuente para abasto de agua del acueducto El Gato." *RIHA vol.35 nº1, 2014.*
7. Wu, Z. Y., Arniella E. and Gianella E. (2004) "Darwin Calibrator: Improving Project Productivity and Model Quality for Large Water Systems." *Journal AWWA, October 2004.*
8. Wu, Z. Y., Walski T., Mankowski R., Herrin G., Gurrieri R. and Try by M. (2002) "Calibrating Water Distribution Model Via Genetic Algorithms." *AWWA IMTech Conference, April 14-17 2002.*
9. Hernández Fuerte M. A. (2010) "Verificación Experimental de la Capacidad Predictiva de Modelos de Transporte de Solutos en redes de Tuberías a Presión." *Universidad Nacional de Colombia*
10. M.Faleschini y J.L.Esteves "Estrategias, dificultades y beneficios en la aplicación del reúso del agua tratada en tres municipios de la Patagonia." 1er Congreso iberoamericano de protección, gestión, eficiencia, reciclado y reúso del agua.
11. M.Faleschini y J.L.Esteves (2012) "Informe técnico sobre la calidad del agua residual tratada utilizada para riego por la fundación Ceferino Namuncurá y por la empresa Aluar".
12. A. Closas, M. Schuring and D. Rodríguez (2012) "Integrated Urban Water Management- Lessons and recommendations from Regional Experiences in Latin America, Central Asia and Africa". Water Partnership Program, The World Bank.
13. M. Jacobsen, M. Webster and K. Vairavamoorthy (2013) "The Future of Water in African Cities: Why Waste Water? Directions in Development." Water Partnership Program, The World Bank.

14. Petrus L. Du Pisani (2004) "Surviving in an arid land: Direct reclamation of potable water at Whindoeek's Goreangab Reclamation Plant".
15. Humble M. Sibooli (2013) "Assessment of the performance characteristics and applicability of decentralized wastewater treatment systems to peri urban settlements in Zambia". University of Zambia.
16. S. Martínez, J.J. Carrillo-Rivera, G. Hernández, T. Hergt y G. Angeles-Serrano (2002)"Agua Subterránea y Desarrollo: Departamento Capital La Rioja, Argentina".
17. N. Torres (2006) "Organización de Usuarios de Agua de Riego en el Departamento Chilecito (La Rioja)".
18. A. Bertranou, S.B. Mirassou (2006) "La Gestión Integral de los Recursos Hídricos: Aportes a un desarrollo conceptual para la gobernabilidad del agua".
19. Environmental Protection Agency (2012) "Guidelines for Water Reuse".