

5. ESTUDIOS DE LAS DISPONIBILIDADES DE AGUA PARA RIEGO.

INTRODUCCIÓN

Según se explicó en Antecedentes, para esta parte del estudio se tomó como base el trabajo **“HIDROGEOLOGIA DE LA PROVINCIA DE LA RIOJA”** del Dr. Juvenal Zambrano e Ing. Eduardo Torres (1996), pertenecientes a la Universidad Nacional de San Juan, San Juan, Argentina, y al Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CRICYT), Mendoza, Argentina, respectivamente, según figura en la web institucional:

Complementariamente, se empleó el trabajo **“RECURSOS HIDRICOS DE LA PROVINCIA DE LA RIOJA”**, elaborado por el Geólogo Rubén Eduardo Ottonello (1997).

Cabe destacar que se trata de un trabajo inédito, sumamente valioso, que el Dr Ottonello tuvo la generosidad de facilitarnos.

Su enfoque y contenidos complementan muy adecuadamente a los del trabajo anterior, aportando datos sumamente útiles.

La superficie de la provincia de La Rioja es de 89.680 km² y las cuencas de agua subterránea ocupan el 40,31 % de su territorio, vale decir 36.150 km². El resto está ocupado por cerrilladas, salinas y tierras malas.

Según el Censo de 1.994, en la época que se hicieron los estudios de hidrogeología que se tomaron como base para este estudio, la provincia de La Rioja tenía una población de 220.729 habitantes, que se encuentra asentada principalmente en el área cultivada, en una relación del 98,5 %, respecto al área de secano. Esta distribución responde principalmente a la disponibilidad de agua, tanto superficial como subterránea.

Hoy en día, la población de la Provincia se acerca a los 340.000 habitantes, pero su asentamiento continúa concentrándose en el área cultivada, por lo que sus necesidades de agua para consumo humano, industria, etc., compiten crecientemente con el riego agrícola.

Por su parte, los recursos de aguas superficiales de La Rioja son muy exigüos, y puede considerárselos plenamente ocupados, por lo que no son considerados en este estudio

Las áreas cultivadas se desarrollan en los valles intermontanos o en las zonas de llanura, en coincidencia con las cuencas de agua subterránea.

Según datos correspondientes al año de 1996, la superficie cultivada en La Rioja era de 17.380 ha, que correspondía al 0,19 % de la superficie total de la provincia, y un 0.48 % de los 3.615.000 Has con disponibilidad de agua existentes en su territorio.

Al presente, el área cultivada de La Rioja supera las 66.000 Has, que representan un 0,72 % de la extensión total de su territorio, y un 1.8 % del área con disponibilidad de agua subterránea.

No obstante, cabe aclarar que el hecho de que 3.615.000 Has cuenten con recursos hídricos subterráneos, no significa que se puedan regar igual número de has.

Por el contrario, como se verá más adelante, según la eficiencia con se riegue, la superficie regable total oscila entre el 6 y 12 % de dicho valor total.

5.1. ACUÍFEROS DISPONIBLES EN EL ÁREA.

En la provincia de La Rioja el agua subterránea se encuentra casi totalmente en los valles y depresiones intermontanos.

Se reseñan a continuación las principales características de las cuencas de agua subterránea existentes total o parcialmente en el territorio provincial.

Su ubicación geográfica puede observarse en la Figura 5.a

Cuenca de las Salinas Grandes

Esta extensa depresión parcialmente limitada por cadenas montañosas abarca unos 35.000 km², de los cuales aproximadamente 5.000 se encuentran en territorio riojano.

Está limitada al oeste por las sierras Brava y de los Llanos, al noroeste por la sierra de Ancasti, que se encuentra en la provincia de Catamarca, y su extremo sur está a pocos kilómetros del límite con La Rioja. Al sur no existe un límite superficial definido con la subcuenca de Chancaní-Ulapes, si bien en el subsuelo existen elevaciones del basamento resistivo que originan una separación parcial.

Esta zona se manifiesta en superficie como un alineamiento observable en imágenes satelitarias. Al este, la cuenca de las Salinas Grandes está limitada por las sierras de Córdoba, mientras que al noroeste pasa transicionalmente a la llanura pampeana, en territorio de las provincias de Santiago del Estero y Córdoba.

La cubierta cuaternaria, en territorio riojano, consiste en arenas finas, en parte de origen eólico, y limos o arcillas, frecuentemente salinos, acumulados en barreales y depresiones someras sin desagüe. En el extremo noreste de la provincia, se encuentran depósitos evaporíticos de las Salinas Grandes.

Por algunos datos de perforaciones, en los pocos lugares donde estas se han efectuado, puede estimarse que el relleno sedimentario cuaternario llega a ser de unos 150 metros, pero generalmente es menor que esta cifra.

En la mayor parte de esta cuenca el agua subterránea puede estar mineralizada, si se extrapolan al subsuelo las observaciones hidrogeológicas de superficie, y los datos de las pocas perforaciones que se conocen. De confirmarse esto, las posibilidades de encontrar aguas aptas para su aprovechamiento se restringirían a las zonas próximas a las sierras que limitan esta cuenca.

Puede esperarse así, que de los 5.000 km² que la cuenca de las Salinas Grandes ocupan en territorio provincial, solamente en un 10% puede hallarse agua de mineralización lo suficientemente baja como para utilizarla. La granometría de los depósitos cuaternarios en general es mediana a fina, por cuya razón se puede suponer un coeficiente de almacenamiento de 0,05. En cuanto al espesor saturado, probablemente no supera los 50 metros; se sabe por perforaciones que los terrenos permeables precuaternarios tienen agua muy mineralizada y, por ende totalmente inapta.

Con estos parámetros, las reservas de agua subterránea utilizable que podrían esperar en el sector riojano de la cuenca no pasarían de unos 1.250 hm³, de los que unos 100 constituirían las reservas económicamente explotables.

Subcuenca de Chancaní-Ulapes

La extensión total de esta subcuenca es de unos 11.500 km², de los cuales 4.900 se encuentran en territorio riojano. Al norte, ya se indicaron las características de su límite con la cuenca de las Salinas Grandes. Al oeste, le sirven de borde de cuenca las sierras de Córdoba. Al sur, esta subcuenca continua en territorio de la provincia de San Luis y su borde está en la sierra Grande de San Luis. Al suroeste, una serie de afloramientos discontinuos de terrenos terciarios sirve de límite entre esta subcuenca y las cuencas de agua subterránea de Valle Fértil-Mascasín y Chepes.

En esta subcuenca los acuíferos se encuentran en terrenos cuaternarios, que tienen poco espesor, generalmente algunas decenas de metros. Por debajo se encuentran depósitos terciarios, casi siempre portadores de aguas mineralizadas, y por lo tanto inaptas, en sus intervalos permeables.

Los depósitos cuaternarios son generalmente arenas y limos eólicos y algunas arenas, gravas y limos depositados por ríos efímeros. Las fajas pedemontanas de los bordes de cuenca tienen muy poco desarrollo y consisten en arenas, gravillas y pocas gravas.

En el interior de esta subcuenca existe un bloque del basamento resistivo tectónicamente elevado, pero no aflorante, alargado de norte a sur. Sus restantes características no se conocen en lo que respecta a su influencia sobre el agua subterránea.

La porción sanluiseña de esta subcuenca (Llanura Norte; Ceci y Cruz Coronado, 1981) contiene agua subterránea utilizable. De la porción riojana existen pocos datos de subsuelo, pero es probable que, dado el poco espesor del relleno cuaternario (frecuentemente menor que 50 metros) y la existencia de la base conductiva terciaria con agua mineralizada, en una considerable parte de su extensión, los acuíferos sean pobres y con agua de mala calidad.

Por lo tanto, y para hacer una estimación conservadora de los recursos de agua apta contenidos en esta subcuenca, se puede suponer que sólo unos 500 km² de la misma contienen aguas aptas en territorio riojano. Se puede suponer que el espesor de los depósitos cuaternarios saturados tiene un valor medio de 25 metros. Por otra parte, como una importante proporción de estos sedimentos consiste en limos arcillosos poco o nada permeables, se puede suponer un coeficiente de almacenamiento de 0,05.

Sobre esta base, las reservas en el sector riojano de esta subcuenca no pasarían de unos 600 a 650 hm³, y las económicamente explotables, podrían estimarse en alrededor de 50 hm³.

Cuenca de Paganzo

Está situada entre las sierras de Velasco y Ambato al oeste; la sierra de Ancasti al este; las sierras de Malanzán, de Los Llanos y Brava al sureste y una serie de afloramientos de depósitos terciarios al sur oeste. Entre las sierras Brava y de Ancasti, está unida a la cuenca de las Salinas Grandes por la angosta zona cubierta por depósitos cuaternarios.

La extensión de esta cuenca de agua subterránea es de unos 15.700 km², de los cuales 13.200 se encuentran en territorio riojano y el resto en la provincia de Catamarca.

Los sedimentos cuaternarios que la cubren, y que contienen casi toda el agua subterránea explotable existente en la cuenca de Paganzo, son arenas generalmente finas, y limos, en gran parte salinos, acumulados estos últimos en barreales, si bien algunos son de origen eólico.

Al pie oriental de las sierras de Ambato y Velasco se encuentran arenas, gravillas y gravas depositadas en bajadas pedemontanas. Estas últimas forman una faja de 4 a 6 km. de ancho. Una faja pedemontana más angosta se encuentra al pie oriental de la sierra de Ancasti, en la provincia de Catamarca.

En la parte central de la cuenca se han acumulado limos y arcillas, en parte salinos, en los abanicos de explayamiento denominados «desagües del río Salado (al norte) y desagües de Los Colorados (al sur).

Se han publicado pocos datos del subsuelo de esta cuenca de agua subterránea en territorio riojano. El espesor del relleno cuaternario parece ser similar al estimado en la cuenca de las Salinas Grandes, es decir, inferior a los 150 metros en la mayor parte de la cuenca de Paganzo. En la porción catamarqueña de éste, sin embargo, algunas perforaciones realizadas en la zona de Chumbicha han atravesado más de 200 metros de depósitos cuaternarios. Otros pozos van revelando que, donde se encuentran limos salinos, el agua del subsuelo está mineralizada y, por lo tanto, es inapta para todo uso.

En el estado actual de los conocimientos se considera que solamente en la zona periférica de la cuenca en territorio riojano posee agua de baja mineralización en cantidades suficientes para su aprovechamiento. Sin embargo, no debe descartarse que en las partes de la cuenca de Paganzo no cubierta por limos salinos siempre dentro de la provincia de La Rioja pudiera hallarse agua apta.

Para estimar el recurso almacenado, se supone que el agua aprovechable se encuentra principalmente en la faja pedemontana de las sierras de Velasco y Ambato, en una extensión de 500 km². Si se estima que el espesor saturado es de 50 metros y el coeficiente de almacenamiento es del 10% (valor común para las cuencas intermontanas del centro y oeste argentino) la reserva de esta cuenca sería de 2.500 hm³ y las económicamente explotables podrían estimarse en unos 200 hm³.

Subcuenca de Chepes

Abarca unos 1.500 km² y está limitada, al norte, por las sierras de Chepes; al este, por la sierra de Las Minas; al oeste, por una serie de afloramientos discontinuos de sedimentitas terciarias. Al sur, por debajo de la Pampa de Las Salinas, se prolongan los depósitos cuaternarios que la rellenan, en los de la cuenca de agua subterránea Valle Fértil-Mascasín.

Los acuíferos, en la subcuenca de Chepes, se encuentran en los sedimentos cuaternarios que la cubren. Consisten éstos, en su mayor parte, en arenas fluviales y eólicas, además, y en menor proporción, existen gravillas, pocas gravas y algún material limoarcilloso. Al sureste, predominan limos y arcillas salinos, así como material evaporítico del Campo de las Salinas.

Por debajo del material cuaternario, cuyo espesor no sobrepasa algunas de las decenas de metros en la mayor parte de la subcuenca, se encuentran sedimentitas de la base conductiva terciaria. Estas últimas, así como los limos y arcillas del campo de Las Salinas, contienen agua mineralizada, inapta para cualquier uso. Por lo tanto, la posibilidad de encontrar acuíferos aptos se restringe a la parte norte y oeste de la subcuenca.

Para no sobreestimar las reservas de agua subterránea apta en esta subcuenca, se supondrá que en 800 km² de la misma pueden encontrarse acuíferos explotables, con un espesor saturado medio de 10 metros y un coeficiente de almacenamiento de 0,05 (este valor tiene en cuenta la granometría más fina del relleno cuaternario). Sobre esta base las reservas almacenadas en la misma serán 400 hm³, de las que tal vez un 10% correspondería a las reservas económicamente explotables.

Subcuenca de Ñoqueve

Se encuentra limitada: al este, por la sierra de Argañaraz; al norte y al oeste, por una serie de afloramientos de depósitos terciarios integrantes de la base conductiva. Al sur y sur oeste, se prolonga en la cuenca de agua subterránea de Valle Fértil-Mascasín, de la que la subcuenca de Ñoqueve constituye un engolfamiento separado por una falla, o posible zona de fallas.

Los sedimentos cuaternarios que rellenan esta subcuenca son muy similares en litología y espesor a los de la subcuenca de Chepes, salvo la ausencia de una extensa cubierta de limos y arcillas salinos en la primera. Por debajo, la base terciaria contiene algunos intervalos permeables con agua inapta por su elevada mineralización.

La extensión de esta subcuenca es de unos 400 km², a los que se pueden aplicar los mismos parámetros que a la de Chepes. Sobre esta base, las reservas de agua subterránea utilizable ascenderían a 200 hm³, un 10% de los cuales constituiría las reservas económicamente explotables.

Cuenca de Valle Fértil-Mascasín

La extensión de esta cuenca de agua subterránea es de unos 11.000 km², de los cuales 2.100 se extienden en territorio riojano. Sus límites son: al este y al norte, una zona de afloramientos de depósitos terciarios que la separan de las cuencas de Paganzo y del valle de Antinaco-Los Colorados, respectivamente: al oeste se extiende hasta las sierras de Valle Fértil, de La Huerta, Guayaguás y Catantal, dentro de la provincia de San Juan. Al sur, esta cuenca continúa en la provincia de San Luis, donde su borde consiste en una sucesión de afloramientos terciarios al sur de la Pampa de Las Salinas.

Como en las restantes cuencas de la provincia, la casi totalidad de los acuíferos en la de Valle Fértil-Mascasín se encuentra en el relleno cuaternario. En territorio riojano, éste consiste en arenas y algunas gravillas y gravas aluviales, además de algunas acumulaciones de arenas eólicas. Hacia el sur se encuentran además sedimentos limoarcillosos, en parte loessoides que, en las salinas de Mascasín y Pampa de Las Salinas, se tornan salinos y constituyen la mayor parte de los depósitos cuaternarios superficiales.

El espesor de los sedimentos cuaternarios varía entre 150 a más de 200 metros, de los cuales 50 a 100 están saturados. La mineralización del agua aumenta hacia el este y el sur, no sólo por la influencia de los limos salinos cuaternarios, sino también debido a que la base terciaria, aquí

próxima a la superficie, contiene, casi siempre, acuíferos fuertemente mineralizados en sus intervalos permeables.

Para estimar las probables reservas de agua en la porción riojana de la cuenca, se tomarán los siguientes valores, a fin de evitar sobrestimaciones: superficie con acuíferos explotables, 1.500 km²; espesor del Cuaternario saturado, 60 metros; coeficiente de almacenamiento, 0,05. De estos valores, la reserva almacenada en esta parte de la cuenca sería de 4.500 hm³, de los cuales un 6% constituiría las reservas económicamente explotables: 270 hm³.

Bolsón de Huaco

Se trata de una depresión parcialmente cerrada situada en el interior de la sierra de Velasco, al N.O. de la ciudad de La Rioja. Está rellena por arenas, gravillas y gravas cuaternarias de origen fluvial y pedemontano, y, por ello, con buena permeabilidad.

Por debajo se encuentran sedimentitas del Carbonífero, que afloran en el borde suroriental de esta depresión, y el basamento precámbrico de la sierra de Velasco.

La extensión cubierta por los depósitos cuaternarios es de alrededor de 50 km². Si se supone un espesor saturado de 100 metros y un coeficiente de almacenamiento de 0,2 teniendo en cuenta la elevada porosidad eficaz y permeabilidad de los depósitos cuaternarios en esta zona la reserva de agua subterránea podría llegar a 1.000 hm³. Se han perforado en la misma algunos pozos con caudales superiores a los 100 m³ por hora.

Por lo tanto, es factible que las reservas económicamente explotables puedan llegar a 50 hm³.

Cuenca de Pipanaco

La extensión de esta cuenca de agua subterránea es de unos 9.000 km², la mayor parte de ellos en la provincia de Catamarca: solamente 1.100 km² se encuentran en territorio riojano.

Los límites de la cuenca son los siguientes: al este, sureste y sur, la sierra de Mazán; al oeste una zona de fallas y afloramientos terciarios, que la separan del pie de monte nororiental de la sierra de Velasco. Los bordes noreste y norte son cordones montañosos de las Sierras Pampeanas en territorio catamarqueño.

El agua subterránea utilizable en esta cuenca se encuentra en depósitos cuaternarios y, en menor proporción, en sedimentitas terciarias. En el sector riojano, el relleno cuaternario está compuesto principalmente por arenas, gravillas y gravas pedemontanas y aluviales, y en las vecindades del límite con Catamarca, por arenas y gravillas depositadas en la llanura de inundación del río Salado. En la parte sur de la cuenca existen barreales de poca extensión (algunos km²) donde se acumularon limos arcillosos salinos.

El espesor del relleno cuaternario generalmente es menor que 100 metros, si bien en algunos pozos se determinaron 160 metros.

Los acuíferos terciarios son arenas y areniscas: se han comprobado acuíferos aptos hasta 100 metros por debajo del techo de estos terrenos, si bien en varias localidades este espesor de sedimentitas terciarias saturadas se reduce a 50 metros.

Para efectuar una estimación del volumen de agua almacenado en la parte riojana de la cuenca, se ha supuesto un espesor saturado de 50 metros con acuíferos libres y un coeficiente de almacenamiento de 0,05, suponiendo que parte de los espesores corresponden a acuíferos semiconfinados o confinados. Con estos valores, la reserva de agua subterránea sería de 2.700 hm³, y las económicamente explotables podrían evaluarse en un 5 o 6% de ese valor.

Cuenca de Pituil

Esta cuenca de agua subterránea tiene unos 900 km² de extensión, 650 de ellos en territorio riojano. Ubicada al norte del valle de Antinaco Los Colorados, su límite oriental es la sierra de Velasco. Al oeste la limita la sierra de Copacabana y al norte, en territorio de Catamarca, la sierra de Zapata. Al sur no hay un límite definido con el valle de Antinaco-Los Colorados y el límite se ha fijado, algo arbitrariamente, en una divisoria poco marcada del drenaje, aproximadamente a la latitud del extremo norte de la sierra de Paimán.

Es probable que esta divisoria sea la expresión superficial de una elevación del basamento resistivo en el subsuelo.

Los depósitos cuaternarios de la cuenca provienen, en su gran mayoría, de las cadenas montañosas que la rodean; en su parte norte, está atravesada por el río Salado, que corre de oeste a este y que, en su llanura de inundación, ha depositado arenas y gravas fluviales.

En la cuenca de Pituil deben esperarse acuíferos libres en la mayor parte de su extensión, salvo en el subsuelo de su parte central, donde pueden existir condiciones de confinamiento.

No se dispone de información publicada sobre espesores del Cuaternario en esta cuenca, ni de si en el sustrato terciario existen intervalos permeables con acuíferos aptos. Pero, por sus características morfológicas, similares a las del valle de Antinaco-Los Colorados, se puede suponer un espesor medio de unos 100 metros del relleno cuaternario y unos 50 metros de intervalos saturados. El coeficiente de almacenamiento puede estimarse en 0,1. Sobre estas suposiciones, el recurso almacenado en el sector riojano de la cuenca ascendería a unos 3.200 hm³ y unos 160 hm³ constituirían las reservas económicamente explotables.

Valle de Antinaco-Los Colorados

Ubicada totalmente en territorio riojano, la extensión de esta cuenca de agua subterránea puede estimarse en 2.700 km². Sus límites son: al este, la sierra de Velasco, al oeste, las sierras de Paimán, Famatina, Señogasta y Paganzo; al sur, una sucesión de afloramientos de terrenos terciarios. Ya se mencionó el límite norte, con la cuenca de Pituil.

Se incluye en esta cuenca al valle de Guanchín, con una extensión de alrededor de 100 km², ubicado al suroeste de Chilecito, entre las sierras de Paimán, al este, y la de Famatina, al oeste.

Entre los sedimentos cuaternarios que cubren esta cuenca, se tienen gravas y arenas depositadas en el pie occidental de la sierra de Velasco, que forma una faja de 3 a 5 km de ancho. Similar anchura tienen los depósitos pedemontanos del pie oriental de la sierra de Paimán.

Más extenso es el pie de monte de las sierras de Famatina, donde se encuentran los importantes abanicos aluviales de Capayán y de Los Sarmientos, cuyas extensiones son 150 y 80 km², respectivamente.

En el centro del valle, a lo largo de su eje, se encuentran depósitos de llanura aluvial: arenas y algunas gravillas, con un importante aporte de arenas eólicas y, en el sur, arenas y limos, en parte loessoides.

La reserva de agua subterránea de esta cuenca ha sido estimada 22.700 hm³, siendo probable que un 6 o 7% de este volumen corresponda a las reservas económicamente explotables.

Cuenca de Talampaya

Su extensión puede estimarse en 1.000 km². Por el este limita con las sierras de Famatina y de Los Tarjados, y por el oeste con afloramientos aislados del basamento resistivo de los cerros de Villa Unión. Al sur y al oeste limita con la sierra Morada, que separa esta cuenca de la hoyada de Ischigualasto.

La cubierta cuaternaria de esta cuenca tiene poco espesor, salvo quizás en el norte, donde se encuentran depósitos pedemontanos gravas, gravillas y arenas de las sierras de Famatina y Señogasta.

En el resto de la cuenca, el espesor del relleno cuaternario no pasa de 30 metros de limos, arenas y gravillas, casi todos provenientes de las bajadas de la sierra de Los Tarjados. Por debajo se encuentran depósitos terciarios o triásicos, que, donde contienen intervalos permeables con agua, esta está, casi siempre, fuertemente mineralizada.

En el relleno cuaternario, los pozos hasta ahora excavados han encontrado agua apta los primeros 10 a 12 metros, con escaso caudal. Esto, por otra parte, es de esperar, dada la gran aridez de la zona donde se ubica la cuenca y las montañas que la rodean.

Puede estimarse que el espesor saturado no pasa, en casi toda la cuenca, de unos tres o cuatro metros. Es poco probable que el coeficiente de almacenamiento sea aquí superior a 0,05. Las reservas de agua almacenadas, por lo tanto no deben sobrepasar los 150 o 200 hm³ y las económicamente explotables, pocos hm³.

Cuenca de Vinchina

Se extiende unos 900 km² entre las sierras de Famatina, al este, y las del Toro Negro y Los Colorados al oeste. Por el norte las dos primeras sierras se aproximan entre sí, y dejan entre ambas un valle estrecho (valle Hermoso). Al sur, una serie de afloramientos del basamento resistivo separan esta cuenca de la de Villa Unión.

El relleno cuaternario de la cuenca de Vinchina consiste en gravas, gravillas y arenas de las bajadas pedemontanas que bajan de las sierras que la limitan. El resto consiste en gravas y arenas fluviales de la llanura de inundación del río Vinchina.

Además de los estratos permeables cuaternarios, puede encontrarse agua utilizable en intervalos conglomerádicos del Terciario superior (Formación Toro Negro). Debe esperarse que, como en el resto de los valles intermontanos del Centro Oeste Argentino que tienen en su

subsuelo conglomerados terciarios similares a los arriba nombrados, los acuíferos terciarios sean más pobres que los cuaternarios.

Hasta el momento no se tiene conocimiento de estudios de subsuelo en este valle que permitan estimar el espesor de los terrenos acuíferos.

Por las características morfoestructurales de la cuenca, puede estimarse un mínimo de 100 metros saturados como promedio. Si se supone un coeficiente de almacenamiento de 0,1, común en este tipo de sedimentos, la reserva de agua almacenada en la cuenca de Vinchina sería de 9.000 hm³, y las económicamente explotables podrían ascender a 500 hm³.

Cuenca de Villa Unión

Situada en el mismo valle del río Vinchina, que a esta latitud toma el nombre de Bermejo, la extensión de esta cuenca se estima en 600 km². Al este limita con afloramientos dispersos del basamento resistivo ubicados al oeste de la sierra de Famatina. Al norte, está separada de la cuenca de Vinchina por otro grupo de afloramientos del basamento; al oeste limita con las sierras Pampeanas del Filo del Espinal y de Maz; al sur, le sirven de borde afloramientos del basamento resistivo situados al este de esta última sierra.

La mayor parte de los sedimentos cuaternarios aflorantes en esta cuenca está constituida por gravas, gravillas y arenas de las bajadas pedemontanas que descienden de las sierras que la limitan. En su parte central se encuentran arenas, gravillas y gravas de la llanura de inundación del río Bermejo, que atraviesa esta cuenca de norte a sur.

Para estimar las reservas de agua subterránea, se pueden utilizar los mismos parámetros que los empleados en la cuenca de Vinchina, con la que esta cuenca de Villa Unión presenta notorias semejanzas morfoestructurales. Por lo tanto, pueden estimarse esas reservas en 6.000 hm³, de los que por lo menos 300 constituirían las reservas económicamente explotables.

Cuenca del Bermejo Norte

Esta cuenca de agua subterránea, de unos 6.000 km² de extensión, se encuentra casi totalmente en la provincia de San Juan: solamente unos 350 km² están en territorio riojano. Está limitada al este y norte por la sierra de Maz y el cerro Bola, situado al sureste de dicha sierra, y al oeste por cordones precordilleranos.

La mayor parte de la porción riojana de esta cuenca consiste en gravas, gravillas y arenas al pie de monte precordillerano, que cubre la mayor parte de la extensión de la misma. El resto está cubierto por depósitos de las llanuras de inundación de los ríos Guandacol y Bermejo: arenas y gravas muy permeables.

El espesor del relleno cuaternario puede estimarse en alrededor de 350 metros, por extrapolación de datos del resto de la cuenca, de los que unos 250 metros estarían saturados. Es probable que la mayor parte del agua esté en acuíferos libres, sobre todo si en el subsuelo las texturas fueran similares a las observadas en la superficie.

Si al valor arriba indicado se le aplica un coeficiente de almacenamiento de 0,1, que parece un valor bajo para el tipo de sedimentos aflorantes, la porción riojana de la cuenca contaría con una reserva de 8.700 hm³ de agua utilizable. De ellos, alrededor de 400 hm³ serían las reservas económicamente explotables.

Cuencas de Jagüé

Ocupa unos 1.200 km² y está ubicada entre las sierras del Toro Negro y Los Colorados, que la limitan al este, y cordones precordilleranos y de la Puna, que constituyen sus límites suroccidental, norte y noroccidental.

El relleno cuaternario de esta cuenca está formado por gravas, gravillas y arenas, en su gran mayoría depositados por las bajadas pedemontanas de la Precordillera, al oeste, y de la Puna al noroeste y norte. Solamente al noreste existen depósitos de la bajada pedemontana de la sierra del Toro Negro, mucho menos extensos. En la parte oriental de la cuenca, existen algunos depósitos aluviales, ubicados en la quebrada de La Troya.

Por debajo del relleno cuaternario existe una espesa sucesión terciaria granocreciente, cuyos términos más altos Formación Toro Negro está integrada en gran parte por conglomerados, algunos de ellos permeables, y que pueden ser acuíferos en el subsuelo.

No se dispone de datos publicados sobre el espesor del relleno cuaternario, que en su mayor parte es permeable. Dadas las características morfoestructurales de esta cuenca de agua subterránea, es probable un valor promedio igual o superior a los 150 metros, de los cuales no menos de 50 deben estar saturados. Tampoco se sabe si en las partes centrales de la cuenca existen condiciones de confinamiento o semiconfinamiento del agua.

En la estimación de reservas se adoptará un coeficiente de almacenamiento de 0,1, pero no se tendrán en cuenta los eventuales acuíferos de la Formación Toro Negro, por desconocer totalmente sus permeabilidades, espesores, etc., en el subsuelo.

De acuerdo con los parámetros estimados, en la cuenca de Jagüé debe haber reservas de agua subterránea no menores a los 6.000 hm³, de los que alrededor de 350 constituirían las reservas económicamente explotables.

Cuenca del Río Blanco Norte

Esta cuenca de agua subterránea, de unos 200 km² de extensión, está situada entre la sierra de La Punilla, al este, y cordones de la Cordillera Frontal al norte, sur y oeste. Su mitad oriental está cubierta por depósitos del pie de monte de la mencionada sierra: gravas, gravillas y arenas. La parte occidental presenta depósitos fluviales de la llanura de inundación del río Blanco.

No se tienen datos del subsuelo de esta cuenca, de manera que se desconoce el espesor del relleno cuaternario. Puede estimarse un valor promedio no menor que 100 metros, atendiendo a los rasgos morfoestructurales de la misma.

El espesor saturado probablemente es igual o mayor que 50 metros. Si se aplica a estos valores un coeficiente de almacenamiento de 0,1, las reservas de agua subterránea pueden estimarse en 1.000 hm³, de los que unos 50 o 60 constituirían las reservas económicamente explotables.

Cuenca del Macizo del Potro

Esta cuenca de agua subterránea, situada dentro de la Cordillera Frontal, ocupa una extensión de alrededor de 500 km², de los cuales unos 300 están en territorio riojano.

Los depósitos cuaternarios que rellenan esta depresión intermontana son fluvio-glaciares en la mayor parte de su extensión, y, en su parte oriental, son sedimentos fluviales de la llanura de inundación del río Blanco.

Se trata, por lo tanto, de sedimentos muy permeables. Se carece de datos sobre el espesor de los depósitos cuaternarios, así como de la posibilidad de existencia de condiciones de confinamiento o semiconfinamiento en el subsuelo.

Teniendo en cuenta las características morfoestructurales de esta cuenca, es muy probable que el espesor promedio de los depósitos cuaternarios supere los 100 metros, no menos de 50 saturados.

Si se adopta un coeficiente de almacenamiento de 0,1, valor probablemente menor que el real por tratarse de sedimentos muy porosos y permeables si se tiene en cuenta el ambiente de su acumulación, las reservas de agua subterránea de esta cuenca ascenderán a unos 1.500 hm³ en el sector riojano. De este volumen, probablemente unos 100 hm³ serían las reservas económicamente explotables.

5.2 CALIDAD DE LAS AGUAS.

La calidad del agua para riego depende de las características de las unidades hidrogeológicas que intervienen en la formación de cada una de las cuencas y subcuenca descriptas anteriormente.

UNIDADES PRECUATERNARIAS

Basamento resistivo (BR). Esta unidad comprende rocas compactas, impermeables excepto donde presentan fisuras u otros espacios porales secundarios o, en el caso de las rocas sedimentarias carboníferas, pérmicas, mesozoicas o algunas terciarias, donde los procesos de compactación o cementación no han obliterado totalmente los espacios porales intergranulares primarios.

Integran el basamento resistivo: Las rocas metamórficas del basamento de las Sierras Pampeanas, de edad precámbrica o paleozoica inferior. Las rocas intrusivas presentes en dicho basamento. Rocas volcánicas paleozoicas, mesozoicas o del Terciario inferior. Las rocas sedimentarias mencionadas anteriormente, que localmente conservan remanentes de espacios con permeabilidad en intervalos areniscosos. Esta unidad es generalmente no acuífera. Cuando estas rocas están fisuradas, las fracturas generalmente se cierran algunos metros bajo la superficie. En estas zonas, así como en las sedimentitas que conservan algo de su permeabilidad primaria, se puede acumular agua subterránea, que da origen a acuíferos pobres, casi siempre con agua muy mineralizada.

Base conductiva (TS).

Esta unidad está compuesta por sedimentitas continentales clásticas miocenas o pliocenas, generalmente con variables proporciones de material piroclástico. En algunas localidades, esta unidad, sobre todo cuando predominan en ella las texturas finas, contiene material evaporítico, especialmente yeso.

La unidad TS consiste, por lo tanto, en alternancias de areniscas, conglomerados finos y sedimentitas limoarcillosas. En la mayor parte de las localidades donde se encuentra, esta unidad tiende a ser grano y estrato creciente. En algunos lugares, como el valle de Antinaco-Los Colorados, en su parte superior pasa gradualmente a una sucesión de areniscas y conglomerados en general permeables. Donde esto ocurre, se ha diferenciado otra unidad hidrogeológica (TQ) que se tratará más adelante.

Los intervalos permeables de la unidad TS por lo general contienen agua mineralizada que, según datos de perforaciones, es inapta para todo uso. Solamente en algunas zonas se han perforado acuíferos utilizables en estos terrenos. Por esta razón, la unidad TS, salvo esta última excepción, se reconoce en los sondeos geoelectricos por su alta conductividad.

Basaltos y andesitas de la Puna (TQV).

Integran esta unidad hidrogeológica rocas volcánicas, principalmente andesitas, basaltos y dacitas, con intercalaciones de tobas de diversa granometría y, en menor proporción, de algunas rocas sedimentarias tobáceas. La edad de estos materiales volcánicos, que afloran en la parte noroeste de la provincia, es terciaria superior y cuaternaria. Esta zona, por lo tanto, constituye la parte más austral de la Puna, que llega al límite entre La Rioja y San Juan.

La unidad TQV, al estar constituida por rocas mayormente compactas, normalmente no es acuífera. Sin embargo, estas rocas frecuentemente están fisuradas. Además algunos mantos presentan espacios porales vesiculares, frecuentemente conectados por dichas fisuras. Por otra parte, las intercalaciones piroclásticas y sedimentarias pueden tener intervalos con porosidad intergranular. Finalmente, estas rocas volcánicas pueden cubrir rocas sedimentarias permeables, a diferencia del basamento resistivo.

Estas circunstancias motivan que la unidad TQV localmente pueda contener acuíferos, generalmente pobres, pero con mineralizaciones muy diferentes. Pueden así contener agua inapta o utilizable. Además, las fisuras permiten la conducción de agua, en muchos casos a intervalos permeables en rocas sedimentarias subyacentes.

Areniscas y conglomerados plio-pleistocenos (TQ). Afloran en el valle de Antinaco-Los Colorados, y entre las sierras de Paimán y Famatina. Estos depósitos frecuentemente están cementados en mayor o menor grado, pero, en general, conservan su permeabilidad primaria. Por tal motivo contienen acuíferos explotables, si bien más pobres que los contenidos en los sedimentos permeables cuaternarios.

UNIDADES CUATERNARIAS

Limos y arcillas cuaternarios.

Las áreas donde afloran estos depósitos se han indicado en el mapa con líneas de trazos horizontales. Esta unidad consiste en limos y arcillas, frecuentemente salinos, acumulados en barreales y zonas de descarga de agua subterránea. Las mayores extensiones cubiertas por estos limos se encuentran en la cuenca de Paganzo.

Estos sedimentos no son acuíferos por su baja permeabilidad. Solamente contienen agua si presentan intercalaciones arenosas, en cuyo caso puede tener acuíferos pobres y, casi siempre mineralizados, debido al contenido salino que casi siempre existe en estos depósitos.

Depósitos glaciales (QG).

Estos depósitos aparecen en zonas aisladas de la Cordillera Frontal y de la sierra de Famatina, pero, salvo una o dos excepciones, cubren áreas muy pequeñas como para representarlas en el mapa. Su importancia hidrogeológica es escasa, debido a su desarrollo reducido en la provincia. Al contener intervalos permeables, sirven para conducir agua pero, por su posición topográfica elevada, no se acumula este recurso en ellos.

Depósitos cuaternarios fluvioglaciales (QFG).

Los sedimentos integrantes de esta unidad son antiguos depósitos glaciales retransportados por ríos y arroyos. Se encuentran en valles cordilleranos y ocupan extensiones mayores que la unidad anterior. En el situado al este del macizo del Potro (ubicado en el extremo norte de la provincia de San Juan) la mayor parte de su superficie está ocupada por sedimentos fluvioglaciales.

Consisten estos en gravas de granometría variada, gravillas y arenas. Los materiales limosos son escasos, por haber sido transportados fuera de los valles por acción fluvial. Por lo tanto, estos depósitos son muy permeables y tienen porosidades también elevadas.

Se desconoce el espesor de estos sedimentos, pero, en la cuenca aquí denominada del Macizo del Potro, pueden contener acuíferos de buena calidad, recargados por agua proveniente del derretimiento del hielo y la nieve acumulados en la alta cordillera. Además en esta cuenca, estos depósitos se encuentran en posición topográfica relativa adecuada para almacenar agua.

Sedimentos cuaternarios pedemontanos, aluviales y eólicos (QS).

Comprende todos los depósitos cuaternarios no incluidos en las unidades anteriores: gravas, gravillas y arenas de bajadas pedemontanas; gravillas, arenas y limos, a veces tobáceos, de las llanuras aluviales y de inundación; arenas y arenas limosas eólicas. Casi todos los acuíferos explotados o explotables en la provincia se encuentran en arenas, gravillas y gravas de esta unidad.

Al oeste del valle de Antinaco-Los Colorados, las depresiones intermontanas son de menor extensión y, en general, rodeadas de cadenas montañosas más elevadas; en ellas predominan los depósitos de bajadas pedemontanas, mientras que los de llanuras aluviales y fluviales ocupan menores extensiones.

Del mencionado valle al este, las depresiones son más extensas y, en general predominan texturas más finas, entre ellas depósitos de barreales y eólicos. Las fajas pedemontanas son más angostas.

En las bajadas de pie de monte, al predominar sedimentos gruesos, si el espesor de estos es suficiente, se encuentran acuíferos libres. En las partes centrales de las depresiones, especialmente en las del centro y este de la provincia, al ser más frecuentes las intercalaciones

de limos y arcillas, como lo han revelado distintas perforaciones, se encuentran condiciones de semiconfinamiento y confinamiento de los acuíferos.

5.1. DOTACIONES DISPONIBLES PARA RIEGO / 5.4. AREA REGABLE

Según se explicó anteriormente, los recursos de aguas superficiales con que cuenta la Provincia de La Rioja son modestos, y se encuentran utilizados en su mayor parte, por lo que no fueron tenidos en cuenta en este estudio.

En el Cuadro 5.a. puede observarse el resumen de las disponibilidades totales y económicamente explotables de agua subterránea en la Provincia de La Rioja según los trabajos tomados como referencia.

Según dichos estudios, se dispondría de aproximadamente 4.700 Hm³ aprovechables anualmente.

En el Cuadro 5.b se expresan las superficies agrícolas regables con distintos niveles de eficiencia en cada una de las cuencas de aguas subterráneas existentes en la Provincia de La Rioja.

Los valores correspondientes a alta eficiencia (120 %) suponen el uso de riego por goteo, los de moderada eficiencia (90 %), riego por aspersión, y los de baja eficiencia (60 %), riego por manto.

Puede observarse que las extensiones regables varían considerablemente, según la cuenca y el tipo de riego utilizados.

Globalmente, es posible decir que, si toda la disponibilidad de agua subterránea se empleara para riego agrícola, la Provincia de La Rioja podría tener, suponiendo una eficiencia de riego moderada (90%), un total de algo más de 300.000 en producción.

No obstante, parte de esa disponibilidad está siendo empleada para abastecimiento poblacional, industria, etc., por lo que no puede hacerse un cálculo tan ambicioso.

Es difícil evaluar con exactitud qué proporción de dicho total ya está siendo utilizada.

Un cálculo, efectuado a partir de la información sobre la existencia de perforaciones, provista por el IPALAR, arroja que, aproximadamente, un 40 % de esa disponibilidad total ya estaría siendo empleada.

Por el momento, es imposible precisar la proporción de empleo que registra cada cuenca, y cuáles son los destinos (riego, consumo, industria) a que se dedican los recursos disponibles.

Por lo tanto, es recomendable que, si bien puede inferirse que la superficie actualmente en riego podría incrementarse considerablemente en un futuro cercano, sería conveniente ampliar el presente estudio antes de tomar decisiones al respecto.

CUADRO 5.a. ESTIMACIÓN DE LAS RESERVAS TOTALES Y ECONOMICAMENTE EXPLOTABLES DE AGUA SUBTERRÁNEA PARA RIEGO						
CUENCA	Extensión (km²)		Espesor	Coefficiente	Reservas (Hm³)	
	Total	Provincia	saturado	Almacenamiento	Totales	Económicamente aprovechable
Salinas Grandes	35,000	5,000	50	0.05	1,250	100
Chancaní-Ulapes	11,500	4,900	25	0.05	650	50
Paganzo	15,700	13,200	50	0.10	2,500	200
Chepes	1,500	1,500	10	0.05	400	40
Ñoqueve	400	400	10	0.05	200	20
Valle Fértil-Mascasín	11,000	2,100	60	0.05	4,500	270
Huaco	* 50	* 50	100	0.20	1,000	50
Pipanaco	9,000	1,100	50	0.05	2,700	162
Pituil	900	650	50	0.10	3,200	160
Antinaco-Los Colorados	2,700	2,700	84	0.10	22,700	1,589
Talampaya	1,000	1,000	4	0.05	200	20
Vinchina	900	900	100	0.10	9,000	500
Villa Unión	600	600	100	0.10	6,000	300
Bermejo Norte	6,000	350	250	0.10	8,700	400
Jagüé	1,200	1,200	50	0.10	6,000	350
Río Blanco Norte	200	200	50	0.10	1,000	60
Macizo del Potro	500	300	50	0.10	1,500	100
Totales		36,150			71,500	4,371
Fuente: "HIDROGEOLOGIA DE LA PROVINCIA DE LA RIOJA" del Dr. Juvenal Zambrano e Ing. Eduardo Torres (1996)						

CUADRO 5.b. ESTIMACIÓN DEL AREA REGABLE CON DISTINTOS NIVELES DE EFICIENCIA

CUENCA	Superficie (Has)	Reservas (Hm3)			Lamina Efectiva (P= 20%) (mm/año)	Area Regable Eficiencia (120 %)	Area Regable Eficiencia (90 %)	Area Regable Eficiencia (60 %)
		Total	Aprovechable	% Aprovechable		Has	Has	Has
Salinas Grandes	500,000	1,250	100	8.0	1,400	8,571	6,429	4,286
Chancaní-Ulapes	490,000	650	50	7.7	1,500	4,000	3,000	2,000
Paganzo	1,320,000	2,500	200	8.0	1,500	16,000	12,000	8,000
Chepes	150,000	400	40	10.0	1,500	3,200	2,400	1,600
Ñoqueve	40,000	200	20	10.0	1,500	1,600	1,200	800
Valle Fertil Mascasín	210,000	4,500	270	6.0	1,500	21,600	16,200	10,800
Huaco	5,000	1,000	50	5.0	1,400	4,286	3,214	2,143
Pipanaco	110,000	2,700	162	6.0	1,000	19,440	14,580	9,720
Pituil	65,000	3,200	160	5.0	1,000	19,200	14,400	9,600
Antinaco-Los Colorados	270,000	22,700	1,589	7.0	1,250	152,544	114,408	76,272
Talampaya	100,000	200	20	10.0	1,250	1,920	1,440	960
Vinchina	90,000	9,000	500	5.6	1,500	40,000	30,000	20,000
Villa Unión	60,000	6,000	300	5.0	1,000	36,000	27,000	18,000
Bermejo Norte	35,000	8,700	400	4.6	900	53,333	40,000	26,667
Jagüé	120,000	6,000	350	5.8	1,500	28,000	21,000	14,000
Río Blanco Norte	20,000	1,000	60	6.0	1,250	5,760	4,320	2,880
Macizo del Potro	30,000	1,500	100	6.7	1,250	9,600	7,200	4,800
Totales	3,615,000	71,500	4,371	6.1	1,500	425,054	318,791	212,527
Fuente: Elaboración de los autores a partir de los trabajos consultados.								

5.5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como se señala en los trabajos consultados, el clima árido a semiárido de la Provincia de La Rioja, y su escasez de cursos de agua superficiales, determinan que los recursos hídricos subterráneos constituyan la principal fuente para satisfacer las crecientes demandas de agua potable, uso industrial y agricultura.

Por estas causas es aconsejable diseñar y poner en marcha un sistema de control que permita racionalizar la explotación de dichos recursos, manteniéndola dentro de un rango sustentable.

Para ello se deben actualizar y ampliarse 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 de esta forma un cálculo más exacto de los volúmenes de agua subterránea almacenados en el subsuelo.

Dentro de cada por cuenca, debe planificarse la explotación del recurso hídrico subterráneo, en conjunto con los recursos hídricos superficiales, para lograr su complementación.

Así mismo se deben definir las zonas óptimas para la construcción de los pozos productores, atendiendo a la litología de los materiales del subsuelo y a los parámetros hidráulicos definidos en las etapas de exploración y explotación.

Es conveniente que el número de pozos productores sea el mínimo posible, compatible con el uso programado del agua, a fin de minimizar la alteración del subsuelo en las zonas de extracción y para obtener un rápido retorno de las inversiones.

Los estudios hidrogeológicos permitirán conocer las áreas ocupadas por acuíferos libres y por acuíferos confinados, definiendo las direcciones de flujo de las aguas subterráneas. Estos conocimientos y los relativos a la ubicación de industrias, áreas urbanas y zonas cultivadas, permitirán conocer la vulnerabilidad de los recursos hídricos subterráneos y por lo tanto diseñar planes para su preservación.