

SITUACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS EN CHILE: DEMANDA, DISPONIBILIDAD, CAUDALES CONCEDIDOS

JAIME MUÑOZ RODRÍGUEZ

*Ing. Jefe Departamento de Administración de Recursos Hídricos
Dirección General de Aguas*

1. ANTECEDENTES GENERALES

El crecimiento económico experimentado por el país durante el último tiempo ha generado demandas cada vez mayores sobre los recursos hídricos. Este crecimiento se produce en un contexto en el cual los recursos hídricos superficiales en una buena medida ya están comprometidos en el abastecimiento de los usos actuales, y frente a una creciente valorización del medio ambiente, lo cual constituye una variable más a considerar en esta creciente demanda de recursos hídricos.

Las demandas ambientales más relevantes se refieren a la reserva de caudales para la conservación de ecosistemas fluviales, para usos recreacionales, para la preservación escénica, para la mantención de la capacidad de transporte de contaminantes en los cauces y para la preservación de humedales en especial de vegas y bofedales de la I y II Región.

El inventario de Vegas y Bofedales de la I y II Región compromete a los acuíferos que alimentan a unas 300 áreas de este tipo, lo que significa una limitación de los recursos explotables de dichas zonas.

Por otra parte, cabe destacar que existen importantes recursos (32m³/seg.) en las regiones I, II y III que se evaporan de salares y cuencas altioplánicas cerradas. En la misma área existen recursos hídricos compartidos, los que suponen acuerdos internacionales para su aprovechamiento.

Esta situación ha generado en el último tiempo una explosiva demanda por aguas sub-

terráneas, especialmente de Santiago al norte. Así, resulta de vital importancia conocer la situación actual de los recursos hídricos subterráneos, en particular en aquellas zonas en donde existe una aguda competencia por ellos.

La situación antes mencionada establece un nuevo escenario en el ámbito de la gestión de las aguas subterráneas de la Región Metropolitana al norte, escenario que nos demanda nuevos desafíos, de los cuales debemos hacernos cargo todos los actores involucrados y actuar en consecuencia.

2. MARCO JURÍDICO Y LA EXPLOTACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

El marco jurídico proporcionado por nuestra legislación vigente es uno de los aspectos que condiciona fuertemente la administración de los recursos hídricos. En este sentido, cabe destacar que a contar del año 1981, Chile adoptó la aplicación de los mecanismos de mercado al sector, elaborando un Código de Aguas adecuado dentro del marco de una economía de mercado imperante en el país.

Este sistema de asignación, único en el mundo, permite que un bien económico de la importancia del agua sea entregado a perpetuidad al que lo solicite, sin ninguna obligación ni costo, conduciendo en algunos casos a la transferencia masiva a manos de quienes conociendo este aspecto de nuestra legislación, están en condiciones de apreciar la enorme importancia estratégica de los recursos hídricos para el desarrollo nacional.

Las aguas son bienes nacionales de uso público y se otorga a los particulares el derecho de aprovechamiento de ellas, en conformidad a las disposiciones del Código de Aguas. El derecho de aprovechamiento es un derecho real que recae sobre las aguas y consiste en el uso y goce de ellas, con los requisitos y en conformidad a las reglas que prescribe el Código de Aguas. El derecho de aprovechamiento sobre las aguas es de dominio de su titular, quien puede usar, gozar y disponer de él en conformidad a la ley.

El derecho de aprovechamiento es un derecho real que entra al patrimonio de las personas y es entregado en forma gratuita y a perpetuidad por el Estado. Este último aspecto obliga a la autoridad, en el caso de las aguas subterráneas, a entregar derechos de aprovechamiento en carácter de permanentes y definitivos sobre el recurso renovable, de un acuífero, dado que el volumen almacenado no es renovable, por lo que una explotación de agua subterránea que lo involucre necesariamente tendrá un límite en el tiempo, no siendo compatible con el carácter de perpetuidad de los derechos de aprovechamiento. El recurso renovable, en cambio, corresponde al agua que permanentemente entra al acuífero, agua que siempre lo está alimentando, por lo que cualquier explotación con cargo a ella es sustentable en el tiempo.

En este sentido, y considerando el marco jurídico vigente, la DGA tiene la obligación de evitar la sobreexplotación de los acuíferos tanto por razones de sustentabilidad en el largo plazo de los aprovechamientos (el derecho de aprovechamiento es a perpetuidad), como por la necesidad de resguardar los derechos de los usuarios existentes.

3. POLÍTICA GENERAL DE LA DGA FRENTE A LA EXPLOTACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

La política de la DGA en relación a la explotación de las aguas subterráneas compatibiliza las exigencias, antes mencionadas de nuestra legislación, con las características físicas de dicho recurso; tomando en consideración además las necesidades y los intereses superiores de la nación. De acuerdo a lo anterior, la acción de la DGA propende a una explotación sustentable del recurso, que no genere menoscabo al derecho de terceros y que no limite innecesariamente su aprovecha-

miento, considerando su enorme importancia para el interés nacional.

La norma general para la explotación de aguas subterráneas, establecida por la Dirección General de Aguas, en conformidad a lo dispuesto en el artículo 59 del Código de Aguas; se dispone en el artículo 23 de la Resolución DGA N° 186 de 1996 e indica que no es posible constituir el derecho de aprovechamiento sobre captaciones subterráneas que se encuentren ubicadas a menos de 200 m de otras captaciones subterráneas, cuyos derechos se encuentren reconocidos o constituidos en conformidad a la ley o que sean susceptibles de ser regularizados en conformidad al artículo 2° transitorio del Código de Aguas.

3.1. Criterios técnicos generales

En general un acuífero, desde el punto de vista de sus recursos hídricos, se puede caracterizar por un volumen almacenado de agua no renovable y una recarga renovable en el tiempo. Un acuífero es simultáneamente un almacenamiento de agua y vía de transporte de la misma. Las reservas de él están constituidas por el volumen de agua que almacena, determinado por el nivel de saturación del terreno. El caudal medio que recorre el acuífero y sale del mismo, procedente de la alimentación externa que recibe, es conocida como la recarga media anual. El origen principal de la recarga suele ser la infiltración de la lluvia, otros posibles aportes son la percolación desde los ríos, la transferencia subterránea de un acuífero contiguo y la infiltración del riego.

El volumen almacenado no es renovable, por lo que una explotación de agua subterránea que lo involucre necesariamente tendrá un límite en el tiempo. La recarga, en cambio, corresponde al agua que permanentemente entra al acuífero, agua que siempre lo está alimentando, por lo que cualquier explotación con cargo a ella es sustentable en el tiempo. Cabe destacar que la determinación de la recarga media anual se hace considerando datos estadísticos y de otros antecedentes técnicos para todos los años que estén disponibles, por lo tanto representa el comportamiento promedio de dichas variables en los años considerados. De tal forma, que la recarga media anual, no representa períodos secos o húmedos, sino que su comportamiento medio en el largo plazo.

De esta manera, el volumen almacenado no renovable permite una regulación de largo plazo, y la recarga es una fuente permanente del recurso que permite planificar la explotación que se haga de un determinado acuífero.

En relación a la constitución de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas, es importante destacar que la Dirección General de Aguas, en general, para constituir nuevos derechos hace un balance entre las recargas de los acuíferos (recurso renovable) y los aprovechamientos y usos comprometidos; ya que considera su obligación evitar la sobreexplotación de los acuíferos tanto por razones de sustentabilidad en el largo plazo de los aprovechamientos (el derecho de aprovechamiento es a perpetuidad), como por la necesidad de resguardar los derechos de los usuarios existentes.

En este sentido, es importante destacar que los problemas relacionados con las aguas subterráneas tanto en cantidad como en calidad, en general se perciben con bastante retraso respecto del momento en que se inician, como consecuencia de la lenta dinámica de estas aguas, por el mismo motivo son también muy lentos los efectos de las medidas que se pueden adoptar para resolverlos. Por ello, la gestión de los recursos hídricos subterráneos, para que sea eficaz, debe basarse en políticas de prevención que permitan actuar sobre las causas que pueden originar tales problemas.

3.2. Explotación del recurso subterráneo renovable

Como criterio general, la Dirección General de Aguas considera como máximo a la recarga media de un acuífero (recurso renovable a escala humana), como el recurso disponible a nivel de fuente para otorgar derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas en carácter de permanentes y definitivos.

Para los efectos de determinar la disponibilidad de aguas subterráneas susceptible de explotar a nivel de acuífero, el criterio técnico establecido por la DGA, indica el siguiente procedimiento:

- i) determinación de los derechos y usos susceptibles de ser regularizados, a respetar en el acuífero;

- ii) determinación del porcentaje de uso efectivo de los derechos y usos a respetar, por tipo de actividad, definiendo así la demanda real sobre el acuífero;

- iii) determinación de la oferta renovable del recurso subterráneo existente, y, finalmente

- iv) establecer el balance entre la demanda real y la oferta de recurso subterráneo en el acuífero.

3.3. Consideración del volumen almacenado en la determinación de la disponibilidad de aguas subterráneas

La dinámica de explotación de un acuífero supone generar descensos a fin de inducir flujos hacia los puntos de captación, lo cual implica una explotación de una fracción del volumen embalsado. Sin embargo, dicho volumen representa normalmente una fracción reducida de dichos flujos y su aporte propio va disminuyendo en el tiempo, tendiendo a un nuevo equilibrio. Existen otros casos en los cuales el caudal de explotación extraído pudiera basarse en parte sustantiva en el volumen almacenado y no en el caudal de renovación del acuífero.

La explotación, basada en la situación anterior, corresponde ser evaluada solamente en aquellos casos en los cuales la relación entre la recarga del acuífero y su volumen embalsado, es extremadamente pequeña y, en consecuencia, la renovabilidad de dichos volúmenes es extremadamente lenta.

En sectores donde ello no ocurre, el único criterio admisible, es constituir como máximo, derechos de aprovechamiento que no superen el caudal renovable de largo plazo. De lo contrario se afectaría negativamente la capacidad de regulación del embalse subterráneo, poniendo en riesgo la característica de perpetuidad de los derechos concedidos en carácter de permanentes y definitivos.

El importante y creciente aumento de la explotación de aguas subterráneas, especialmente en el Norte Grande del país, ha puesto en la mesa de discusión la posibilidad de explotar los acuíferos más allá del recurso renovable, como una manera de satisfacer la demanda. Como se dijo anteriormente, esta posibilidad corresponde ser evaluada en aquellos acuíferos

en los cuales la relación entre la recarga y su volumen embalsado es extremadamente pequeña y la renovabilidad de dichos volúmenes es extremadamente lenta; donde cualquier explotación del volumen embalsado, por pequeño que sea, es significativa en comparación al caudal de renovación.

En este escenario cabe considerar los criterios que definen un desarrollo sustentable cuando se trata de recursos no renovables, lo cual significa en este caso en particular, que se deba asegurar que los beneficios asociados a la explotación de dicho recurso permitan garantizar su disponibilidad futura.

De acuerdo a lo anterior, en el marco de la legislación vigente, la Dirección General de Aguas analiza la posibilidad de constituir derechos de aprovechamiento en este tipo de acuíferos, sujetándose a los siguientes criterios:

- a) No deben producirse efectos adversos asociados a la explotación de agua subterránea; de producir efectos, estos deberán ser aceptados o tolerados, y se deberán contemplar las medidas mitigadoras correspondientes.
- b) Se podrán constituir derechos de aprovechamiento, como máximo hasta el valor de la recarga del acuífero. Respecto de las incertidumbres asociadas a la determinación de dichos caudales de recarga, que son especialmente significativas en este tipo de acuíferos de baja renovabilidad, se podrá tener un criterio más amplio, en el sentido de considerar el error asociado a la determinación de ella, siempre que ello involucre volúmenes poco significativos, equivalentes como máximo a una explotación del 5% del volumen embalsado en 50 años.
- c) Finalmente, en el marco de la legislación vigente, es posible abordar el tema de explotar un acuífero más allá de cierto nivel seguro, en aquellos sectores donde la explotación pudiera basarse en parte del volumen embalsado, es decir, en aquellos casos en los cuales la relación entre la recarga del acuífero y su volumen embalsado, es extremadamente pequeña y la renovabilidad de dichos volúmenes es extremadamente lenta; y donde cualquier explotación

del volumen embalsado es significativa en comparación al caudal de renovación; basado en los derechos provisionales, mencionados en el artículo 65 del Código de Aguas; previo conocimiento acabado del comportamiento del acuífero ante una explotación de este tipo, de los impactos asociados y de las medidas de mitigación correspondientes.

Cabe destacar que para avanzar en la explotación de un acuífero más allá de cierto nivel seguro, de acuerdo al marco jurídico vigente, se requiere la participación activa de los usuarios, quienes deben solicitar previamente el área de restricción correspondiente.

Además, cabe considerar la evaluación y prevención de efectos adversos, asociados a la explotación de agua subterránea. Si bien es cierto, en la generalidad de los casos, se entiende que sobreexplotación significa haber superado el nivel de explotación correspondiente al recurso renovable o recarga del mismo, existen casos en los cuales la sobreexplotación se puede definir en acuíferos que no habiendo superado ese umbral de explotación, sí presentan efectos adversos.

Los efectos adversos generales más comunes, asociados a la explotación del recurso no renovable de un acuífero, son los que se indican a continuación:

- a. disminución progresiva o agotamiento del volumen embalsado, con la consecuente baja de los niveles estáticos, a nivel local y regional, de un modo permanente a escala humana. Pérdida creciente del efecto de regulación, principal ventaja de los embalses subterráneos frente a cambios hidrológicos.
- b. disminución de la calidad del agua, por ejemplo en cuencas costeras con problemas de intrusión salina y acuíferos en donde se han mezclado aguas de diferentes niveles acuíferos.
- c. afección a derechos de terceros, desecamiento de vertientes, afección a ríos ya aprovechados por terceros.
- d. impactos medioambientales y ecológicos en sectores que se deseen preservar (sobre el

paisaje, vegetación natural, humedales, fauna etc.) Los humedales son sistemas funcionales del paisaje de gran valor ambiental, en ellos se desarrolla una gran variedad de funciones naturales de gran interés para la biosfera. Los humedales son, además, uno de los hábitats más amenazados por su vulnerabilidad a determinadas situaciones, entre las que figura la extracción de aguas subterráneas.

- e. subsidencia del terreno con sus consecuencias directas sobre las estructuras que se asientan sobre él, así como la consiguiente pérdida de la capacidad de almacenamiento del acuífero

Los efectos antes mencionados pueden verse agravados frente a una situación de irreversibilidad de los procesos, como el de agotamiento del volumen embalsado (puesto que el volumen embalsado en algunos casos es irreplicable a escala humana); la alteración de los hábitats más vulnerables, etc.

4. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS

A contar de la dictación del actual Código de Aguas comenzó un paulatino y constante crecimiento de la cantidad de solicitudes ingresadas a la DGA.

Los ingresos durante los primeros años de aplicación del Código de Aguas actual fueron del orden de 800 solicitudes al año, para ele-

varse a 2.000 solicitudes anuales durante los primeros años de esta década; esta situación varió sustancialmente a partir del año 1995 donde se pasó de un ingreso anual de solicitudes de 2.700, hasta llegar a un ingreso proyectado para 1999 del orden de 5.000 solicitudes. (Ver Fig. N° 1)

En relación a los caudales involucrados, se puede mencionar que desde el año 1985 a la fecha (agosto 99'), las solicitudes de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas ingresadas a la DGA desde la Región Metropolitana al norte, solicitaron en total un caudal del orden de los 300.000 lts/seg. (Ver Fig. N° 2). Caudal equivalente, por ejemplo, al caudal medio del río Toltén en Villarrica y 3 veces el caudal medio del río Maipo en El Manzano.

La figura anterior nos muestra la exagerada demanda que representan las peticiones presentadas, las cuales permitirían satisfacer, por ejemplo, el abastecimiento de una población equivalente a la de México o regar una superficie superior al aumento de superficie de riego proyectado a nivel nacional al año 2017.

Por otra parte, la evaluación de los recursos renovables de los principales acuíferos conocidos y estudiados desde la Región Metropolitana al norte, muestran que los recursos disponibles para una explotación sustentable que considere el carácter de perpetuidad con que se entregan los derechos permanentes definitivos, son del orden de 55 m³/seg., cifra bastante inferior para satisfacer los caudales solicitados en dicha zona desde el año 1985 a la fecha (agosto 99'). La posición anterior ha llevado obviamente a una situación que impide la

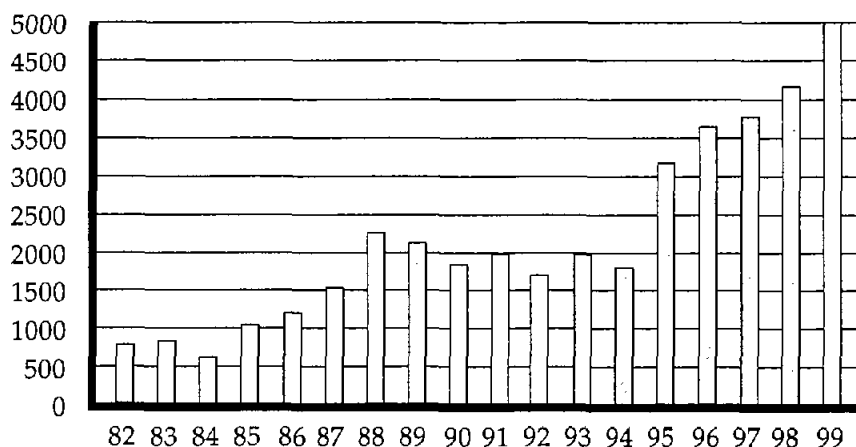


Fig. N° 1: Ingreso anual de solicitudes.

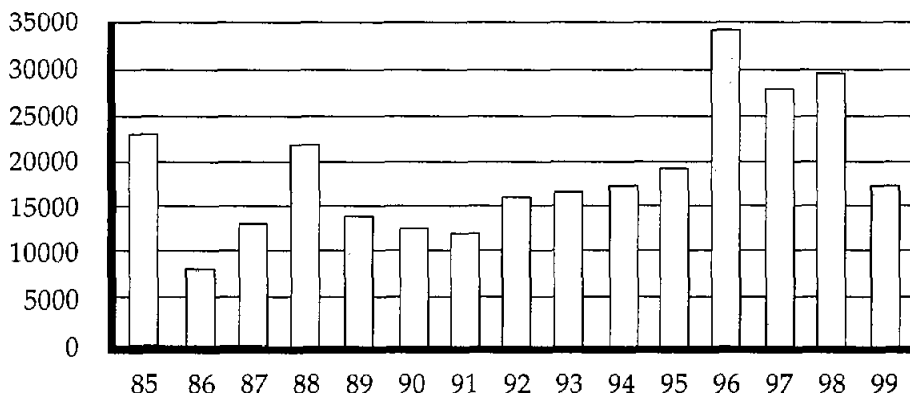


Fig. N° 2: Caudales (l/s) solicitados de la RM al norte (85' - 08/99').

constitución de nuevos derechos de aprovechamiento en los principales acuíferos de la Región Metropolitana al norte.

De la Fig. N° 3 se desprende la existencia de peticiones absolutamente desmedidas con requerimientos reales, situación que obviamente ha llevado a que la mayoría de los acuíferos más importantes ubicados de la Región Metropolitana al norte, se encuentren en una situación que impide la constitución de nuevos derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas en carácter de permanentes y definitivos.

Finalmente, la constitución de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas, desde el año 1981 a la fecha, nos muestra que los caudales otorgados a nivel nacional por la DGA, son del orden de los 130 m³/seg., caudal equivalente al caudal medio del río Cautín en Cajón, y los caudales otorgados de la Región Metropolitana al norte son del orden de los 107 m³/seg. (Ver Fig. N° 4)

La situación antes mostrada establece un nuevo escenario en el ámbito de la gestión de las aguas subterráneas de la Región Metropolitana al norte, el cual representa un desafío para todos los actores involucrados. Este escenario queda caracterizado por los siguientes aspectos:

- Las aguas disponibles en los principales acuíferos de estas regiones están constituidas o comprometidas por las solicitudes presentadas a la fecha, lo cual imposibilita a la DGA constituir nuevos derechos de aprovechamientos en carácter de permanentes, continuos y definitivos, en estas fuentes de aprovechamiento común.
- La situación real en muchos de estos acuíferos es que parte importante de los derechos constituidos no están siendo utilizados, existiendo por tanto un caudal considerable para satisfacer demandas reales de proyectos, a través de la transferencia de derechos.
- La cantidad de derechos de agua subterránea otorgados a la fecha en estas regiones es de 107 m³/seg.

Las tareas emergentes en el nuevo escenario que se presenta en los acuíferos de la Región Metropolitana al norte, representan los siguientes desafíos y tareas a realizar:

- Se requiere una activa participación de los usuarios del sector en la organización de las comunidades de agua subterráneas, que considere el control de extracciones. Por otra parte, el uso de las aguas subterráneas debiera darse en un contexto de máxima eficiencia y con una gestión de acuíferos a nivel de fuente, puesto que dichos recursos son finitos y de gran vulnerabilidad.
- Resulta imprescindible el uso de los derechos ya constituidos, así las nuevas demandas debieran abastecerse recurriendo al uso y/o a la transferencia de dichos derechos para abastecer los sectores con consumos crecientes.

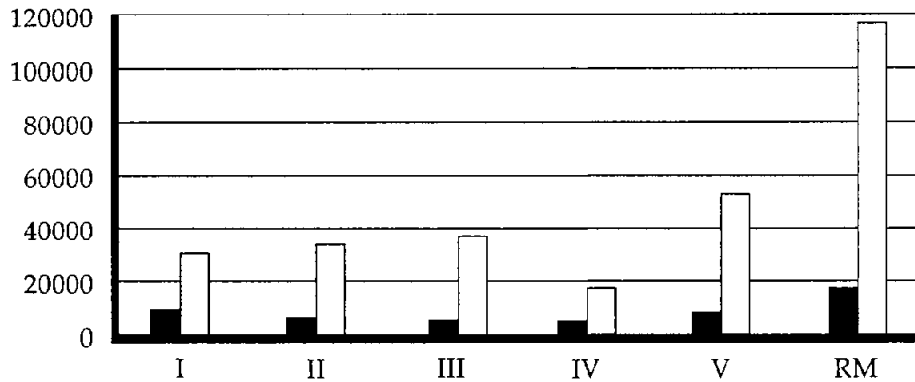


Fig. N° 3: Caudales solicitados (1985-08/99) y disponibilidad agua subterránea, regiones I a Metropolitana.

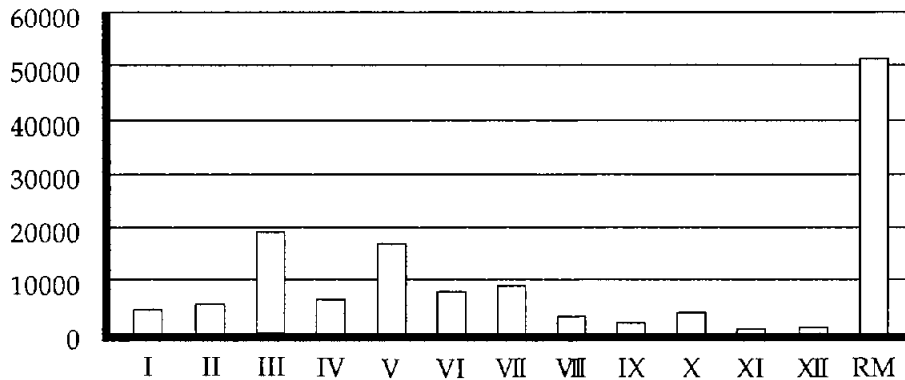


Fig. N° 4: Caudales de agua subterránea otorgados desde 1981 a la fecha.

- Desde el punto de vista técnico, resulta imprescindible avanzar en la definición de las extracciones aceptables y la localización óptima de ellas.
- En especial en la zona norte del país, una tarea de gran importancia corresponde a la evaluación científico-técnica de las modalidades de explotación de los recursos subterráneos, sin que ello menoscabe derechos de terceros y no signifique un deterioro ambiental inaceptable o irreversible. También se requiere investigar el desarrollo de nuevas fuentes como desalinización y reúso de aguas.
- Las solicitudes presentadas en dicha zona, desde el año 1985 a la fecha (agosto de 1999), representan una demanda que asciende a un caudal de 300 m³/seg.
- Los recursos subterráneos renovables de los principales acuíferos conocidos y estudiados, de la referida zona, son del orden de 55 m³/seg.

5. CONCLUSIONES

- El sostenido crecimiento económico del país y el hecho de que los recursos superficiales están en gran medida comprometidos en los usos actuales, han originado un explosivo aumento de solicitudes por aguas subterráneas, especialmente de la Región Metropolitana al norte.
- Los caudales solicitados, que sobrepasan con creces requerimientos reales, han llevado a los principales acuíferos conocidos y

estudiados de la Región Metropolitana al norte, a un nivel que impide la constitución de nuevos derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas en carácter de permanentes, continuos y definitivos.

- Lo anterior nos sitúa en un nuevo escenario, donde la gestión de los recursos subterráneos disponibles requieren de una participación primordial de parte de los usuarios; sin la cual resulta imposible abordar los nuevos desafíos que se presentan.
- De acuerdo a lo anterior, resulta imprescindible el uso de los derechos ya constituidos, y las nuevas demandas debieran abastecerse recurriendo al uso y/o a la transferencia de los derechos ya otorgados para abastecer los sectores con consumos crecientes, a la mejoría de la eficiencia del uso del agua, o mediante el desarrollo de nuevas fuentes como desalinización y reúso de aguas.
- El uso de los recursos hídricos subterráneos debiera darse en un contexto de máxima eficiencia y con una gestión de acuíferos a nivel de fuente basado en políticas de prevención que permitan actuar sobre las causas que puedan originar problemas derivados de la explotación de las aguas subterráneas, puesto que dichos recursos son finitos y de gran vulnerabilidad.
- La gestión de acuíferos debe considerar la organización de comunidades de aguas subterráneas, el control de extracciones, la definición de las extracciones aceptables y la localización óptima de ellas .
- En especial, en la zona norte del país una tarea de gran importancia corresponde a la evaluación científico-técnica de las modalidades de explotación de los recursos subterráneos, sin que ello menoscabe derechos de terceros y no signifique un deterioro ambiental inaceptable e irreversible.