

La importancia de las aguas subterráneas como recurso hídrico para el país



*Eugenio Celedón Cariola**
Presidente de ALHSUD Capítulo Chileno.

Ponencia realizada en el Seminario 2013 "El Valor del Agua" de ALHSUD Capítulo Chileno.

** Eugenio Celedón Cariola es ingeniero civil hidráulico de la Pontificia Universidad Católica de Chile y especialista en hidrogeología con más de 30 años de trayectoria profesional. Actualmente se desempeña como consultor y presidente de la Asociación Latinoamericana de Hidrología Subterránea para el Desarrollo (ALHSUD) Capítulo Chileno. Su aporte profesional y dedicación está centrado en la profundización del conocimiento respecto de las definiciones en torno al agua subterránea, la gestión de cuencas y cuantificación del recurso acuífero en el país.*

Para que Chile pueda convertirse en Potencia Agroalimentaria, requiere generar del orden de los 530 mil l/s de agua para atender la necesidad de nuevo riego de 500 mil hectáreas sobre el millón actual determinado por el Ministerio de Agricultura.

Complementario a los recursos aportados por el Plan de Construcción de Embalses Superficiales 2010-2020 de la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas, se requieren en base a aguas subterráneas un aproximado de 370.000 l/s de nuevos recursos para riego.

Lo anterior significa casi duplicar los derechos de aprovechamiento de recursos hídricos subterráneos constituidos por la Dirección General de Aguas

La tecnología existente permite contar con sistemas de transmisión de datos por vía celular o radial, contando con medidores de control del pozo y caudalímetros con pulsos digitales.

hasta 2009, que suman aproximadamente 410.000 l/s en todo el país.

Para dar solución de abastecimiento en base a derechos de agua subterránea en la magnitud que significa atender ese aumento de la demanda, el gobierno ha fijado como ruta el desarrollo del mercado del agua; aumento del recurso mediante infiltración al acuífero, construcción de embalses superficiales, reúso y mejoramiento de eficiencia; trasvase

de cuencas y fiscalización de extracciones ilegales.

Las propuestas complementarias, en tanto, apuntan al aprovechamiento del volumen y regulación del embalse subterráneo; monitoreo a distancia, control de extracciones y niveles del agua; gestión dinámica del acuífero por los usuarios organizados; y administración por cuencas con soluciones coordinadas por las comunidades de usuarios.

Gestión de cuencas

La gestión dinámica de acuíferos debiera ser a través de usuarios tenedores de derechos que constituidos como organización –con todas las facultades que la ley les otorga– sean capaces de ejecutar un rol de administradores de cuencas. Tal como lo grafica el Recuadro 1, las excedencias de agua que se descargan en el mar varían notoriamente desde el extremo norte a la zona sur del país.

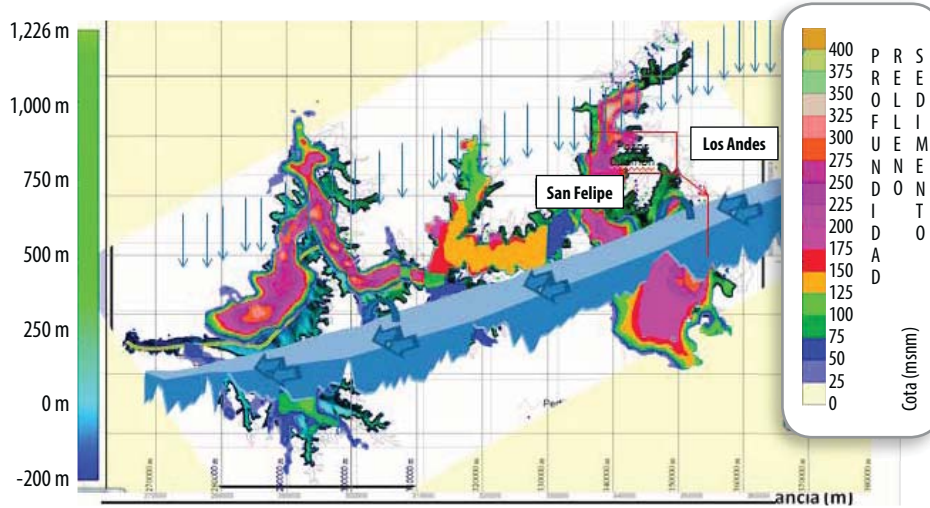
Por tanto, el mantenimiento de caudales ecológicos en los

Figura 1: Ejemplo global del Valle Aconcagua.





Figura 2: Aprovechamiento embalse subterráneo.



ríos debe estar asociado a una mantención lógica. Si se utilizan datos concretos basados en elementos objetivos, como el caso del Valle del Aconcagua expresado en la *Figura 1*, observamos que después de 4 años de sequía y una larga polémica respecto de la falta de agua subterránea en el Aconcagua, las baterías de pozos colectivos de Curimón, Panquehue y LlayLlay han logrado soslayar los problemas de sequía enfrentados por la agricultura en los meses más álgidos.

Las cuencas están compuestas por los principales ríos del país, abarcando sectores que forman verdaderos embalses naturales que actúan como vertederos. Al explotar activamente sectores con reposición, el volumen de regulación que otorga la naturaleza por la vía de la recarga natural, inducida o artificial abarca el mecanismo de reponer la condición de los recursos disponibles.

Control y monitoreo

De acuerdo a los datos entregados por la Dirección General de Aguas (DGA), Chile dispone de 101 principales cuencas divididas en 420 subcuencas y en 1100 sub-subcuencas, es decir, pequeñas quebradas independientes.

Actualmente, la tecnología existente permite contar con

sistemas de transmisión de datos por vía celular o radial, contando con medidores automáticos de control de pozo y caudalímetros con pulsos digitales, todos administrados eléctricamente con instalaciones sencillas que están al alcance de los usuarios.

¿Cómo es el proceso? Mediante una señal descargada a través de internet en la cual se pueden administrar millones de datos en forma y tiempo real, teniendo claridad instantánea de cómo se están modificando los niveles y dónde se

están produciendo problemas o déficit en términos de profundidad de nivel. Igualmente, es factible monitorear cómo se desplaza el agua, cuáles son los flujos y en términos de variaciones en el tiempo, se pueden comparar distintos tipos de variables, como por ejemplo, la calidad versus el nivel o viceversa.

Ventajas del agua subterránea

Los beneficios del máximo aprovechamiento de las aguas subterráneas refieren a la ver-

satilidad en la ubicación de las fuentes respecto de las demandas, lo que representa bajas inversiones en la solución por transporte y elevación. Otras ventajas son el hecho de que los sistemas colectivos resuelven para toda una comunidad aspectos difíciles de abordar individualmente, tales como la compensación de derechos superficiales, fuentes de emergencia para abastecimiento en períodos de sequía individuales o colectivos.

Asimismo, asegura permanencia en el tiempo, abastecimiento constante y seguro que las fuentes superficiales, así como real cobertura en la mayor parte del país.

GIRH

Para dar cumplimiento a los objetivos de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), es necesario promover la participación obligatoria de los titulares de derechos en las organizaciones de usuarios, tanto superficiales en las Juntas de Vigilancia como subterráneas en las Comunidades de Aguas Subterráneas (OUAS).

Asimismo, generar estudios hidrogeológicos de las cuen-

Recuadro 1: Descarga al mar de las cuencas de Chile.

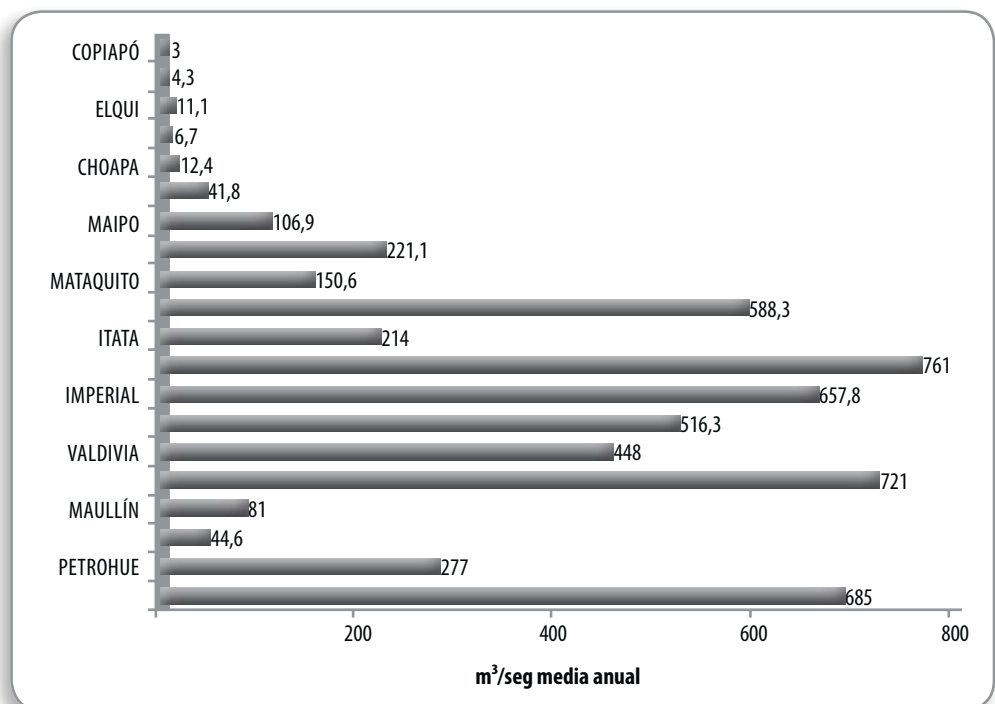
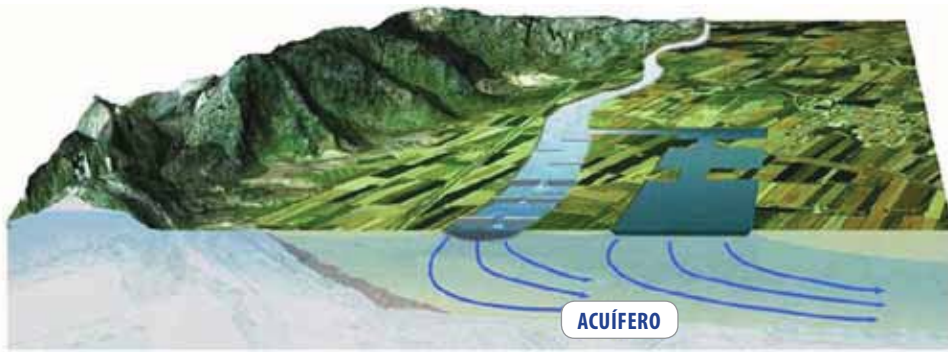
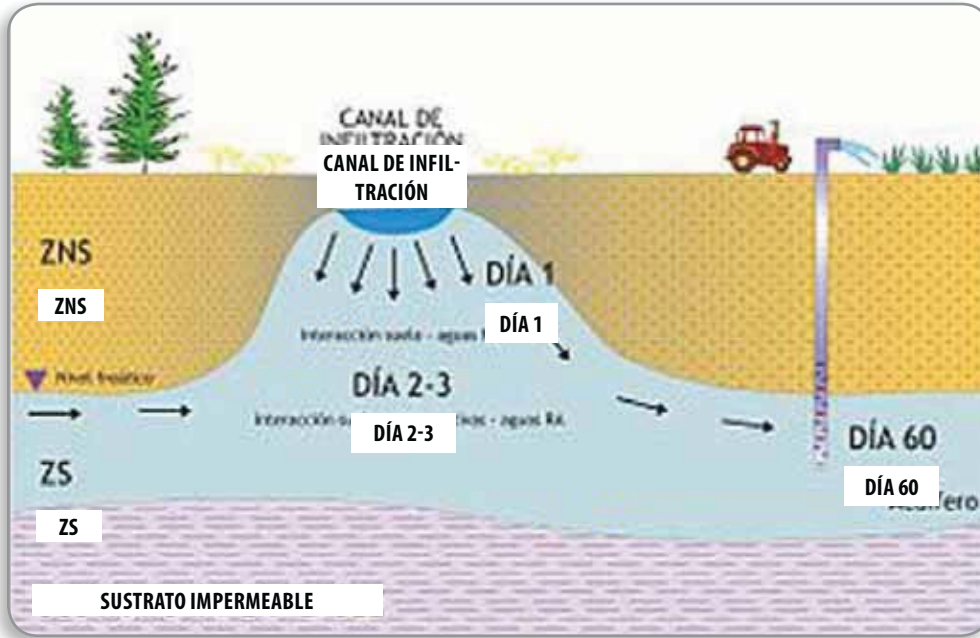


Figura 3: Balsas o lagunas de infiltración.



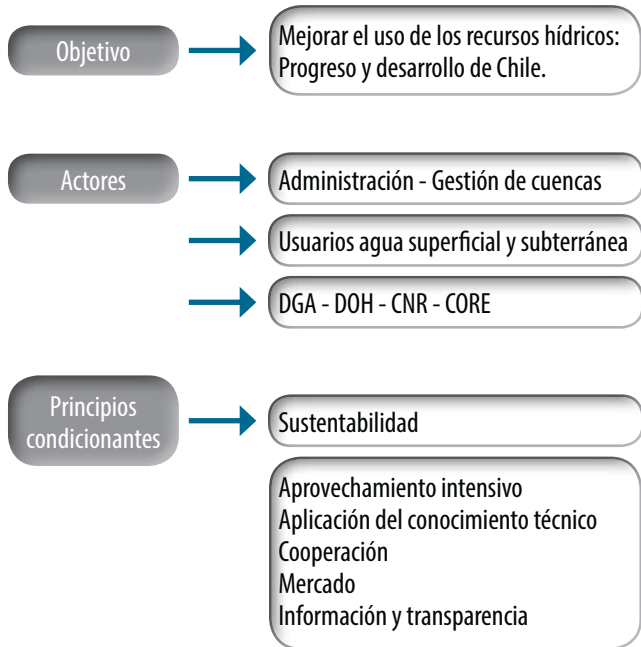
Perfil tipo de un dispositivo de recarga artificial (canal) en "control lateral" en una zona recargable.



Recuadro 4: Equipos de monitoreo y control de acuíferos.



Recuadro 6: Aprovechamiento integral y dinámico de los recursos hídricos .



Recuadro 2: Comparación de inversiones versus acuífero

MAYOR VOLUMEN EN DERECHOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS					
MODELACIÓN HIDROGEOLÓGICA					
ESTUDIOS	MM \$CH	MM US\$	Obras	MM US\$	MM US\$
Modelación	80	0,16	Batería pozos	3,96	
Geofísica	90	0,18	Eléctricas	2,2	
Pruebas de bombeo	75	0,15	Bombas	2,75	
Construcción de pozos	450	0,9	Hidráulicas	48,04	Estudios + Obras total
Total	695	1,39	Total	56,95	58,34
Mayor volumen equiv. Caudal D° de agua					
Caudal DGA 2001	15,16 m³/s		Disponible Hm³	Há. Riego	51,61 m³/s
Caudal MOD 2008	19,08 m³/s		124	12.362	63,85 m³/s
Caudal con regul.	32,51 m³/s		547	54.715	131 m³/s
Diferencia por > explotación agua subterránea			424	42.353	67 m³/s
Tipo de solución	MM US\$			Superficie Riego	US\$ Há
	Estudios +	Obras	Total		
Embalse Puntilla del Viento sin pozos	6.00	279.00	285.000	47.000	6.064
Mayor volumen en derechos de agua subterránea	1.39	56,95	58,34	42.353	1.377
EMBALSE PUNTILLA DEL VIENTO SIN POZOS					
ESTUDIOS	MM \$CH	MM US\$	OBRAS	MM US\$	MM US\$
Prefactibilidad	400	0,8	Embalse		
Factibilidad	600	1,2	Eléctricas		Estudios +
Diseño Ingeniería	1.000	2	Carretera		Obras
EIA	1.000	2	FFCC		TOTAL
TOTAL	3.000	6	TOTAL	279	285
SUPERFICIE RIEGO	47.000 HAS				
Tasa de riego	10.000 m³/há/año				6.064 US\$/HA
Volumen equiv.	470 Hm³				

Recuadro 3: Aumento del recurso por uso de regulación.

RESULTADO A:	N° Pozos	Q seg. Jurid. (m3/s)	Q compensación al río (m3/s)	OBSERVACIONES
ANTES DE MODELACION DOH:				
Modelación DGA 2001		10,2	0	Caudal máximo definido por DGA con Modelo anterior
Incremental DGA 2002		12,08	0	Caudal corregido por DGA a solicitud DOH con Modelo anterior
CON MODELACION DOH:				
Escenario 1 (MOS-MW 2008)	4.684	15,16	0	Situación con derechos otorgados DGA a 2007
Escenario 2 (MOS-MW 2008)	4.799	16,45	0	Caudal máximo con criterios DGA SIN compensación al río
Escenario 3 (MOS-MW 2008)	4.972	18,31	0,43	Caudal máximo con criterios DGA CON compensación al río
	5.017	19,08	0,85	Se relaja el criterio de secado en último acuífero
Escenario 4 (MOS-MW 2008)		26,16	1	Simulación 1. Permite 41% VARIACION VOLUMEN
Con uso del volumen acuífero		32,51	1	Simulación 2. Permite 47% VARIACION VOLUMEN

cas con evaluación del recurso subterráneo, instaurar el control y monitoreo de caudales de extracción y variación del nivel del acuífero; y realizar un uso y consideración del concepto de embalse subterráneo en función del volumen parcial en épocas de estiaje y de recuperación en épocas húmedas.

Asimismo, es fundamental la definición por cuencas de soluciones de largo plazo que aporten en proyectos para la mejor utilización de los recursos y que constituyan un plan de Inversiones continuo asumido por el país.

Infraestructura y política hídrica

En materia de infraestructura, debe apuntarse a la construcción de pozos profundos comunitarios de parceleros (en reemplazo de norias que quedan colgadas) que permitan compensar los efectos de interferencia río-acuífero en la cuenca. Igualmente, construir balsas y pozos de infiltración que mejoren la recarga de los acuíferos con recursos superficiales de invierno y con embalses medianos o pequeños intraprediales de regulación.

Finalmente, debe fomentarse la redistribución de los derechos de aprovechamiento en función de la mayor disponibilidad por zona, superficiales, subterráneos, desalinizados; establecer sistemas simplificados y en línea, tanto administrativos como de información, transferencia, arriendo, usufructo u otras formas de mercado del agua, que operen a nivel de cuenca.

Finalmente, vale reiterar que una política hídrica para Chile debe basarse en el conocimiento, cuantificación y buena administración de los recursos, mediante una operación informada y monitoreada en terreno en conjunto con los usuarios y no desarrollarse desde la escasez.