



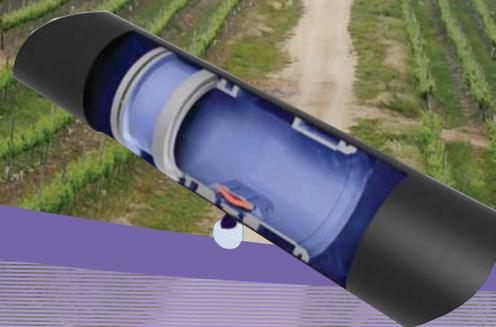
## Desafíos del Embalse Corrales

Fortalecimiento de las  
organizaciones de regantes

Tecnología FDR de  
monitoreo de  
humedad de suelo

Catastro de Obras Medianas  
de Riego: Inversiones por  
US\$500 millones

Seminario sobre  
ahorro de energía  
en riego



# Insumos de Riego Técnico

- Emisores
- Filtros
- Válvulas
- Piping
- Accesorios
- Jardín

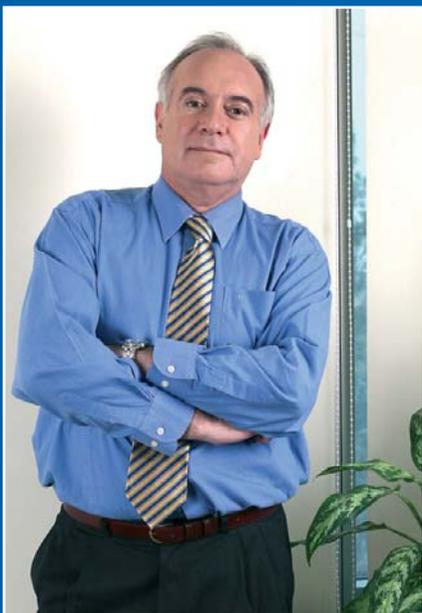


Joint Venture

Representaciones



# La CNR y la Participación de los Regantes



GOBIERNO DE CHILE  
MINISTERIO DE AGRICULTURA  
COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

La Comisión Nacional de Riego, en relación a la política de participación Ciudadana impulsada por el Gobierno, desea que se cree un Consejo de la Sociedad Civil, integrado desde sus inicios por los actores relevantes del sector económico que es preocupación de la Institución.

Consecuente con lo anterior, el 08 de octubre recién pasado, se constituyó el "Consejo de la Sociedad Civil, de la Comisión Nacional de Riego", conformado por representantes de cinco organizaciones de regantes; tres de organizaciones gremiales de agricultores, dos de las cuales corresponden a pequeños agricultores, representantes de etnias y de las mujeres rurales; una federación de cooperativas del sector agrícola y una facultad universitaria con amplio trabajo docente y experiencia en el área del riego y los recursos hídricos.

Es el deseo de nuestra institución, que esta instancia consultiva de la CNR, sea realmente un espacio para la discusión de las políticas sectoriales donde se recojan las visiones y aportes de los distintos sectores que trabajan en el agro, con la finalidad de hacer más efectiva la acción que el Estado desarrolla en el sector de la agricultura bajo riego, factor relevante para hacer de Chile una "Potencia Alimentaria y Forestal".

Merece destacarse la transversalidad de sus integrantes, presidentes de organizaciones de regantes de la zona norte, del Norte Chico, de la zona central y de la zona centro sur, además de los presidentes de: la Sociedad Nacional de Agricultura, (SNA); del Movimiento Unitario Campesino y Etnias de Chile (Mucech); de la Asociación de Mujeres Rurales e Indígenas (Anamuri); de la Federación de Cooperativas (Campocoop), y el Decano de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad de Concepción.

En la sesión constitutiva del Consejo se eligió como Presidente al Sr. Gustavo Rivera, Presidente de la Junta de Vigilancia del Río Maule, y como Vicepresidente al Sr. Daniel Chipana, Presidente de la Junta de Vigilancia del Río Azapa. En dicha sesión, se fijaron los temas prioritarios a tratar y el calendario de reuniones para el resto del año.

Merece destacarse muy particularmente el ambiente de compromiso expresado por los integrantes del Consejo y su disposición a hacer de esta instancia un centro de participación real, donde el Estado y la Sociedad Civil, buscan orientar conjuntamente el trabajo de la Comisión.

Además de la página web institucional, esta revista será también la expresión del trabajo y acuerdos de este Consejo.

A handwritten signature in white ink, appearing to be a stylized name, possibly 'Gustavo Rivera'.

■ Noticias .....	4
■ Nueva oficina de la CNR en La Unión .....	8
■ CNR promueve la participación de la mujer .....	10
■ Prometedor futuro del riego en tierras indígenas...	11
■ Experto Carl Bauer sobre el mercado del agua en Chile.....	12
■ Monitoreo del riego mediante Sondas FDR.....	14
■ Juan Vera, investigador español, sobre tecnología FDR.....	20
■ Nodo de Riego de Atacama.....	23
■ Mesa del Agua de Copiapó.....	28
■ Una década de fortalecimiento organizacional .....	32
■ Cómo ahorrar en electricidad al regar .....	36
■ CNR ejecutó Catastro de perfiles PROM .....	41
■ Seminario Uso Sustentable del Agua de Riego.....	45
■ Sesiona Consejo Interino de la Sociedad Civil de la CNR.....	49
■ Concursos innovadores de la Ley de Fomento al Riego .....	51
■ Recarga artificial de acuíferos .....	54
■ Historia del Riego: El ingeniero Gabriel Maurat.....	56

**Oficinas de Información, Reclamos y Sugerencias:**

**Informaciones:** 4257908 / [cnr@cnr.gob.cl](mailto:cnr@cnr.gob.cl)

**DIRECCIÓN:** Alameda 1449, piso 4, Santiago (Metro Moneda)

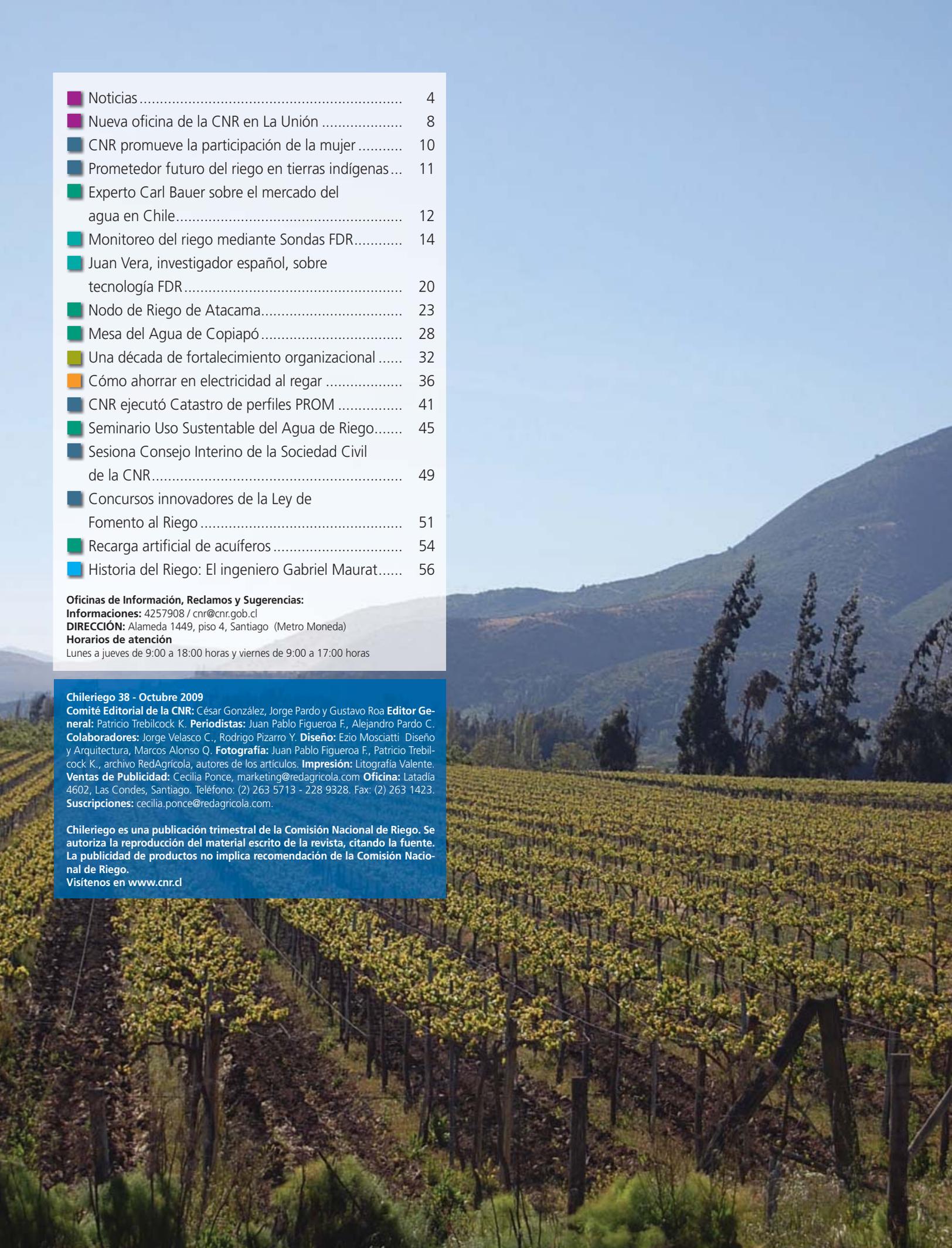
**Horarios de atención**

Lunes a jueves de 9:00 a 18:00 horas y viernes de 9:00 a 17:00 horas

**Chileriego 38 - Octubre 2009**

**Comité Editorial de la CNR:** César González, Jorge Pardo y Gustavo Roa **Editor General:** Patricio Trebilcock K. **Periodistas:** Juan Pablo Figueroa F., Alejandro Pardo C. **Colaboradores:** Jorge Velasco C., Rodrigo Pizarro Y. **Diseño:** Ezio Mosciatti Diseño y Arquitectura, Marcos Alonso Q. **Fotografía:** Juan Pablo Figueroa F., Patricio Trebilcock K., archivo RedAgrícola, autores de los artículos. **Impresión:** Litografía Valente. **Ventas de Publicidad:** Cecilia Ponce, [marketing@redagricola.com](mailto:marketing@redagricola.com) **Oficina:** Latadía 4602, Las Condes, Santiago. Teléfono: (2) 263 5713 - 228 9328. Fax: (2) 263 1423. **Suscripciones:** [cecilia.ponce@redagricola.com](mailto:cecilia.ponce@redagricola.com).

Chileriego es una publicación trimestral de la Comisión Nacional de Riego. Se autoriza la reproducción del material escrito de la revista, citando la fuente. La publicidad de productos no implica recomendación de la Comisión Nacional de Riego. Visítenos en [www.cnr.cl](http://www.cnr.cl)



# VOGT®

LÍDERES EN LA IMPULSIÓN DE FLUIDOS

## Más de 50 Años Desarrollando Soluciones para el Mercado Agrícola



Serie H



Serie AL



Serie NL



Pozo  
Profundo



Motor a  
Combustión



Serie HM



Serie N-NE



Serie NF

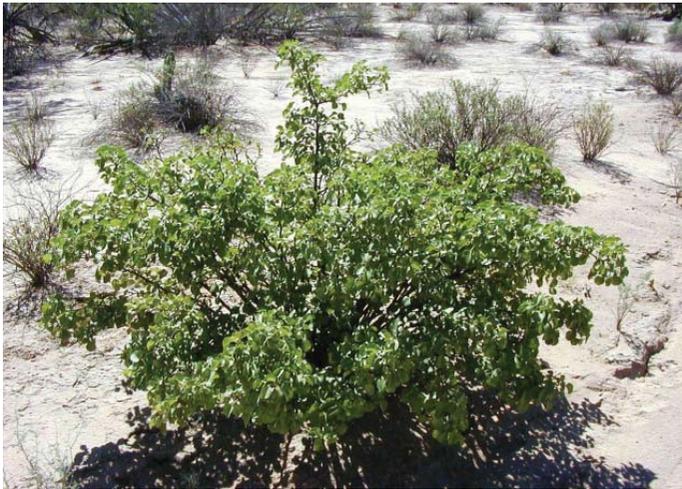
**Vogt entrega a sus clientes:**

- Amplio stock de equipos y repuestos
- Menor plazo de entrega
- Mejor calidad de productos en fundición nodular

**Casa Matriz, Santiago**  
Álvarez de Toledo N° 669  
San Miguel - Santiago  
Fono: (56-2) 829 12 00  
Fax: (56-2) 829 12 30  
vogt@vogt.cl

[www.vogt.cl](http://www.vogt.cl)

## A fin de año se obtendría primera cosecha de jatropha en el país



**Buenas perspectivas de esta oleaginosa apta para producir biocombustibles. El proyecto es desarrollado por la U. de Chile y cofinanciado por FIA.**

Se espera que a fin de este año se produzca la primera cosecha de frutos de jatropha en Chile, una planta oleaginosa originaria de México y Centroamérica cuyas semillas pueden producir biocombustible. El proyecto es ejecutado por un equipo de especialistas de la U. de Chile y cuenta con el fi-

nanciamiento del Ministerio de Agricultura, a través del FIA.

Esta planta de porte arbustivo es un vegetal multipropósito ya que es capaz de combatir la desertificación y, además, representa un aporte concreto en la línea de la política energética que privilegia la generación de biocombustibles que no compitan con la producción de alimentos, para asegurar el abastecimiento de la población y la competitividad de la industria agroalimentaria".

'Laboratorio en un chip'

## Un vistazo en tiempo real al estrés hídrico en las plantas

**El dispositivo es un micro-sensor incrustado capaz de medir el estrés hídrico en tiempo real en las plantas vivas.**

En teoría, el sensor ayudará a los agricultores a lograr un equilibrio preciso entre la sequía y el sobre riego. En la actualidad, en EEUU, se está trabajando para desarrollar prototipos de obleas de silicio de 4 pulgadas de diámetro, cada una de las cuales contiene aproximadamente 100 microsensores. Además, ya se ha comenzado a planificar la comercialización de los sensores.

El concepto aplica ingeniería de punta a preocupaciones prácticas agrícolas y se espera diseñar un sensor que transmitirá lecturas de campo de forma inalámbrica a un servidor central; los datos, a continuación, se resumirán en línea para el productor.

"No es sólo para los grandes productores", según uno de sus creadores. "Esperamos que la micro-fabricación proveerá de sensores de bajo costo para los pequeños agricultores".

Fuente: [www.farmanddiary.com](http://www.farmanddiary.com)

## Asociación de Canalistas del Embalse Cogotí suscribe Convenio de Administración del Embalse La Paloma

**Con la firma de Adolfo Cortés Jiles, Presidente de la Organización, ya suman ocho las entidades adheridas al convenio, las cuales en conjunto representan un 98,34% de los derechos de uso de la obra.**

Un significativo avance en el proceso de traspaso del Embalse La Paloma, se concretó recientemente, con la firma de suscripción al Convenio de Administración y Pago de Explotación de la Obras, por parte de la Asociación de Canalistas del Embalse Cogotí.

"Nos hemos involucrado en este Convenio, tras analizar la situación y decidir que ésta es la forma de poder en el futuro, concretar el traspaso de los derechos de aprovechamiento de esta obra, para así crear y formar parte de una organización que nos permita tener la administración de nuestros volúmenes de agua existentes en este embalse (...)". "Debemos saber que La Paloma, es el único embalse en Chile que sirve a nueve organizaciones, éste es un tema histórico, queremos formar parte de esta organización en las condiciones actuales para poder

tener seguridad de riego", señaló el Presidente de la Asociación de Canalistas del Embalse Cogotí, Adolfo Cortés.

El acto de adhesión, que se desarrolló en las dependencias centrales de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), contó con la participación del Secretario Ejecutivo de la Comisión Nacional de Riego (CNR), Nelson Pereira, y el Director Nacional de Obras Hidráulicas (DOH), Juan Antonio Arrese.

El acuerdo alcanzado en Santiago, establece que, para efectos de la distribución de los costos y gastos de administración y explotación del Embalse La Paloma, las organizaciones de usuarios, y por ende sus integrantes, aceptan compartir dichos costos en el porcentaje de beneficio establecido en el convenio.

"La Asociación de Canalistas del Embalse Cogotí, es la Organización con mayor representación en el Sistema Paloma, por lo tanto, esta firma es muy significativa para el exitoso desarrollo del Convenio", explicó el Secretario Ejecutivo de la CNR, Nelson Pereira.



**CON NETAFIM  
PRODUCES MAS  
CON MENOS**

**17,000 Km.**

- Ahorro de energía, presión de trabajo 0.4 BAR a 2.5 BAR
- Distribución exacta de agua y nutrientes.
- Mejor resistencia a la obstrucción.
- Desempeño óptimo bajo condiciones rigurosas de agua.
- Sistema Anti-sifón previene el reflujo de polvo y partículas de suelo.
- Sistema Auto-Limpiado

**DripNet PC™**



UTILIZANDO LOS SISTEMAS DE RIEGO DE NETAFIM USTED AHORRA AGUA, NUTRIENTES, MANO DE OBRA Y ENERGIA ELECTRICA, AUMENTA SU PRODUCCION MEJORANDO LA CALIDAD.

**RIEGOSISTEMAS  
ES NETAFIM EN CHILE**

RIEGOSISTEMAS NETAFIM LTDA  
EL JUNCAL 500-A LOTE BUENAVENTURA - QUILICURA  
TEL 56 2 5980100 FAX 56 2 5980101  
WWW.RIEGOSISTEMAS.CL  
WWW.NETAFIM-LATINAMERICA.COM  
SANTIAGO, CHILE

**NETAFIM™**  
GROW MORE WITH LESS

"El futuro del agua en Chile"

## Seminario Nacional ALHSUD Capítulo Chileno A.G.

Martes 17 de Noviembre de 2009

Centro Los Almendros – Huechuraba – Santiago

(Fono 6208400, [www.losalmendros.cl](http://www.losalmendros.cl))

### Programa

En la mañana Inauguración del Seminario, donde la institución realiza una presentación diagnóstica de la situación de agua en Chile y sus desafíos. Luego un Primer Panel con la visión del futuro del agua realizada por los Candidatos a la Presidencia de la República, continuada con la visión del Gobierno presentada por el Comité Interministerial de Política Hídrica para terminar la mañana con consultas del público asistente.

En la tarde, luego del almuerzo, un Segundo Panel con presentación de casos de la realidad actual del agua, por profesionales miembros de ALHSUD Capítulo Chileno AG y organismos gubernamentales. Al término de la tarde, Conclusiones y Cierre con participación del público asistente.

**Contacto: Eugenio Celedón C. – Cel: 9 98217423**



7-9 de abril 2010

## "III Symposium Internacional de Medida del Agua en el Suelo"

Entre los días 7 y 9 de abril 2010 tendrá lugar en Murcia, España, el "III Symposium Internacional de Medida del Agua en el Suelo" así como un "Taller de Gestión del Agua en Agricultura".



### Algunos tópicos que se desarrollarán:

**Teoría:** propiedades dieléctricas de medios porosos; efectos de la frecuencia efectiva de trabajo sobre el comportamiento de los sensores; relación entre el contenido de agua, temperatura, salinidad y frecuencia de lectura; permeabilidad versus contenido de agua, etc.;

**Nuevos desarrollos:** Sensores multiparamétricos, transmisión inalámbrica de datos, registro de datos, sistemas de telemetría, software, etc.

**Calibración:** Metodología (de laboratorio y de campo); Mineralogía; medios expansivos, medios con alto contenido en materia orgánica; condiciones salinas; suelos estratificados; área de influencia (axial y radial); estadísticas de las características intrínsecas del suelo, etc.

Desarrollo de modelos numéricos basados en datos de monitorización de la dinámica del perfil de humedad/CE/temperatura en tiempo real para grandes áreas.

**Seguimiento espacial y remoto:** Seguimiento del contenido en humedad del suelo (superficial y en el perfil) de áreas amplias de aplicación/investigación (basados en experiencia de campo). Telemetría: Radio frecuencias, telefonía móvil, aérea desde avionetas, satélites.

**Distribución global, continental y regional** de sondas de capacitancia, impedancia y TDT, sistemas de seguimiento y telemetría de grandes áreas para investigación, aplicaciones prácticas y programas educacionales (colegios e institutos, gran público en general).

**Direcciones futuras:** Red global para dinámicas de perfiles de humedad de suelo en tiempo real versus seguimiento mediante teledetección; etc.

**Más informaciones en [www.soil-water.net](http://www.soil-water.net)**



## Suelo • Foliar • Agua • Fitopatología



🔬 Laboratorio especializado en análisis para diagnóstico nutricional y fitopatológico



🔬 Interpretación de análisis por especialista y asesorías



🔬 Identificación de patógenos en vegetales y sustratos

🔬 Servicio de toma de muestras en terreno



José Domingo Cañas 2914 • Ñuñoa • Santiago  
Teléfono: (56-2) 225 8087 • Email: [laboratorio@agrolab.cl](mailto:laboratorio@agrolab.cl)  
[www.agrolab.cl](http://www.agrolab.cl)



# CONDUCCIMOS AGUA, LLEVAMOS VIDA

Panamericana Norte 16500 - Lampa - Santiago - Chile

Tel. (56 2) 979 59 50, Fax (56 2) 898 49 18

[www.amanco.cl](http://www.amanco.cl)



Región de Los Ríos

# CNR inauguró nueva Oficina Zonal en La Unión

En la comuna de La Unión fue inaugurada la nueva oficina zonal Sur Austral de la CNR. La nueva dependencia es la tercera que la CNR implementa en el país y se suma a las oficinas zonales ubicadas en las ciudades de La Serena y Chillán. En la actividad además se hizo entrega de bonos de riego y drenaje por más de 121 millones de pesos para proyectos de agricultores de Panguipulli, Paillaco y Los Lagos.

*Por Alejandro Fuentes,  
periodista Oficina Zonal Sur de  
la CNR*

Con la asistencia de importantes autoridades nacionales y regionales se realizó el pasado 26 de septiembre, la ceremonia de inauguración de la nueva oficina zonal sur austral de la Comisión Nacional de Riego (CNR), en la comuna de La Unión, capital provincial del Ranco en la Región de Los Ríos.

La actividad fue encabezada por el Secretario Ejecutivo de la CNR Nelson Pereira, el Gobernador de la Provincia del Ranco Nelson Bustos y el Secretario Regional Ministerial de Agricultura de la región de Los Ríos Javier Parra. En la ocasión Pereira realizó una presentación donde, entre otros aspectos, dio a conocer la misión de la institución y los objetivos trazados por la CNR; "Una de nuestras metas actuales es tener mayor presencia regional y es por esa razón que se inaugura esta nueva oficina en la comuna de La Unión, lo cual constituye una fehaciente demostración de la importancia que le asignamos al riego y drenaje en la zona sur. Hemos visto con preocupación cómo cada año disminuyen las precipitaciones en esta zona, sobre todo en verano, lo cual afecta fuertemente a la producción de forraje, complicando la producción de leche y de carne. Nuestra apuesta entonces con esta nueva oficina es incentivar la participación de los agricultores en proyectos de riego, para que tengan mayor seguridad de forraje y a su vez desarrollar nue-



*De izquierda a derecha: Agnes Ewert revisora de proyectos CNR; Nelson Bustos, Gobernador de la Provincia de Ranco; Diputado Enrique Jaramillo; Nelson Pereira, Secretario Ejecutivo CNR; Javier Parra, Seremi de agricultura de la Región de Los Ríos; y Jorge Flores Administrativo nueva Oficina Zonal Sur Austral.*

vos emprendimientos", indicó Pereira.

Luego de la presentación del Secretario Ejecutivo, se formalizó la entrega de más de 121 millones de pesos en certificados de bonificación de la Ley 18.450 a comunidades de drenaje y agricultores de Panguipulli, Paillaco y Los Lagos. Los bonos corresponden a los concursos 01-2009 sobre Riego y Tecnificación a nivel nacional y 17-2008 denominado Drenaje Nacional II.

"Estamos muy contentos con esta nueva oficina de la CNR que atenderá las demandas de riego de los agricultores del sur de Chile. En esta provincia estamos transformando este territorio en un epicentro de los servicios del agro, ya contamos con INDAP y el SAG en Río Bueno, Conaf y ahora la CNR en La Unión, por lo tanto hoy día estamos cumpliendo con uno de

los objetivos fundamentales que se tuvieron en cuenta a la hora de crear la Región de Los Ríos, el cual es prestar un servicio cercano y de calidad a los ciudadanos, que les permita enfrentar los desafíos de hoy en día, como por ejemplo el cambio climático", Puntualizó el Gobernador de la Provincia del Ranco Nelson Bustos.

Dentro de las cifras entregadas en la presentación destaca la relacionada al aporte estatal a la inversión en riego y drenaje en las regiones de Los Ríos y Los Lagos para el período 2000 – 2008. Mientras que en el año 2000 en la región de Los Ríos se invirtieron sólo 112 millones de pesos, en el 2008 la cifra llegó a los 1.344 millones. En tanto en la Región de Los Lagos el aporte estatal en el año 2000 llegó a 157 millones de pesos y en el año 2008 subió a 655 millones. **CR**

# El Líder Mundial De Motores Sumergibles

Franklin Electric tiene la línea de Productos Sumergibles perfecta para sus APLICACIONES de RIEGO.

Estamos comprometidos con la Calidad, Disponibilidad, Servicio, Innovación y Valor que usted espera del Líder Mundial en la fabricación de Motores Sumergibles.

- Motores Sumergibles Encapsulados de 4, 6 y 8 Pulgadas  
Rangos: 1/3 a 200 hp
- Motores Rebobinables de 6, 8, 10 y 12 Pulgadas  
Rangos: 5 a 535 hp
- SubMonitor: Protección Trifásica para Motores de 3 a 200 hp (5 a 350 Amps.)



Bombas • Motores • Controles • Sistemas de Presión Constante  
Entrenamiento • Soporte Técnico • Programas para Distribuidores

*La Compañía en la que  
Usted Confía Plenamente*



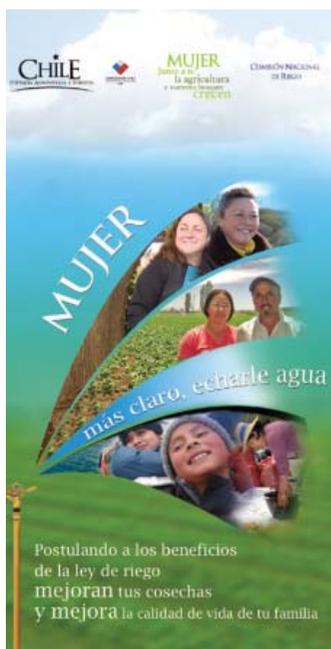
**Franklin Electric**

[www.franklin-electric.com](http://www.franklin-electric.com)  
[LatinAmerica@fele.com](mailto:LatinAmerica@fele.com)

La Comisión Nacional de Riego

# Promueve la participación de la mujer en sus instrumentos de fomento

Por Karina Damke, periodista Oficina Zonal Norte de la CNR



El objetivo fundamental de la iniciativa es aumentar la participación de la mujer en los concursos de la Ley de Fomento a la Inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje y posicionar la participación de las mujeres en cargos de representación al interior de las organizaciones de regantes.

Con la finalidad de elevar el nivel de participación de las mujeres en los procesos referidos a la postulación, selección y posterior construcción de proyectos presentados a los concursos de la Ley Nº 18.450 de Fomento a la Inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje, la Comisión Nacional de Riego (CNR), ha puesto en marcha la Campaña de Difusión de Género "Mujer, más claro echarle agua".

La iniciativa pretende elevar la toma de conciencia y comprensión de las mujeres agricultoras respecto de los beneficios de participar y acceder a los fondos disponibles a través de los concursos de la Ley 18.450 para la modernización de los sistemas de riego. El primer objetivo es incrementar los niveles de postulación y construcción de aquellos proyectos liderados por mujeres y por otra parte se busca también posicionar la participación de las mujeres en cargos de representación al interior de las organizaciones de regantes.

"En esta campaña nos centramos en las mujeres que habitualmente no pueden asistir a eventos o no están en contacto directo con agentes de difusión, porque sus labores y horarios se los impide. Nuestra campaña pretende acercar la información a los espacios en los cuales se desenvuelven las mujeres, para que conozcan los beneficios a los cuales pueden acceder y que conozcan los mecanismos de apoyo para

sus iniciativas. Por lo tanto esperamos que nuestros afiches estén en los espacios públicos que ellas frecuentan", explicó el Secretario Ejecutivo de la CNR, Nelson Pereira.

La institución está muy comprometida con la tarea de aumentar la participación de las mujeres en su trabajo. Por ello ha iniciado esta campaña que tendrá una duración de 12 meses y que contará con una serie de soportes informativos y visuales que permitirán acercar de manera más eficiente nuestros instrumentos al público objetivo.

La campaña "Mujer, más claro echarle agua", estará dirigida a pequeñas y medianas agricultoras, así como también a dirigentes y potenciales dirigentes de las organizaciones usuarias de agua y mujeres que forman parte de las diferentes comunidades étnicas del territorio nacional, especialmente aquellas organizadas a través de la CONADI.

Para las usuarias se dispondrá de afiches promocionales y trípticos con información aclaratoria respecto de la forma y beneficios de postular a los concursos de la Ley 18.450.

Además se emitirán cápsulas radiales informativas para dar a conocer los requisitos para la postulación de proyectos a la Ley Nº 18.450 y se editará un audiovisual con testimonios de mujeres destacadas en las OUA, testimonios de

mujeres beneficiadas con la Ley y experiencias de mujeres indígenas (de diferentes etnias) beneficiadas por los instrumentos de fomento de la CNR.

El material será distribuido a través de: Secretarías Regionales Ministeriales de Agricultura, Oficinas de Área de INDAP, Departamentos de Fomento Municipales, Oficinas Regionales de CORFO, Oficinas Regionales de SERNAM, Gobiernos Regionales, Oficinas Regionales de PRODEMU, Oficinas de Programas de Fortalecimiento CNR, Organizaciones de Regantes, Oficinas Operativas de la CONADI, Consultorios Públicos Rurales y Banco Estado.

Esta Campaña se enmarca en el trabajo que desarrolla el Ministerio de Agricultura para relevar el rol de la mujer en el sector y promover su participación en los servicios asociados a las instituciones ligadas a su gestión.

"La campaña espera convertirse en un agente catalizador de aquellas iniciativas productivas en espera de mejores condiciones de uso del agua, con la idea de que incorporen nueva y mejor tecnología. Confiamos en que este mecanismo de difusión contribuirá en forma creciente a estimular el interés por este beneficio, así como también ayudará a detectar que cuentan con las variables para concursar y que por lo tanto pueden postular", concluyó el Secretario Ejecutivo. **CR**

Comunero mapuche tecnificará 25 ha

# Prometedor futuro del riego en tierras indígenas de Arauco

Sólo uno, de los 41 proyectos, se ubica en la Región del Bío Bío y corresponde a la iniciativa del comunero Mapuche, José Huaquivil Juanillo, quien posee 25 ha colindantes al río Lleu Lleu, en las cuales a partir de marzo de este año comenzaron los trabajos para dotarlas de electrificación y de un sistema de riego por aspersión que le permitirá contar con praderas artificiales adecuadas para la crianza de ganado vacuno.

Actualmente este agricultor de 76 años, padre de nueve hijos, pertenece a la comunidad mapuche Caupolicán. En sus tierras tiene 17 animales y su idea es aumentar esta cifra una vez implementado el riego tecnificado. "Postulé a esta parcela el año 1975 y desde esa fecha me he dedicado a producir papas, trigo y animales. La idea que tengo es dedicarme sólo a la crianza ya que por mi edad, necesito de una actividad menos sacrificada y donde no corra tanto riesgo de variaciones de precio como ocurre con los cultivos tradicionales. Me siento orgulloso del duro trabajo que ha significado el sacar productos de estas hectáreas ya que me ha permitido formar y darle los estudios a mis hijos, todos titulados". Narró emocionado el comunero.

Su hijo Daniel Huaquivil, ingeniero civil agrícola, impulsó la participación de su padre en el concurso y además actuó como consultor del proyecto: "Por mi profesión conocí los subsidios de riego que entrega el Estado a tra-



Jose Huaquivil Juanillo, agricultor mapuche.

vés de la Ley N° 18.450. Como mi padre cumplía los requisitos realizamos el proyecto y lo presentamos. El proyecto tiene un valor total de 35 millones 760 mil pesos y su costo operacional será de un millón de pesos por temporada de riego". Señaló Daniel.

## El apoyo de la CONADI

De los más de \$36 millones que cuesta el proyecto, el subsidio del Gobierno cubre poco más de \$26 millones. Los casi \$9 millones y medio restantes los debe aportar el privado, en este caso José Huaquivil, quien se dirigió a la Dirección Regional de la CONADI en Cañete para buscar apoyo. Y lo consiguió: "Del presupuesto de la Unidad de Tierras y Aguas de la CONADI la mayor parte va a la adquisición de tierras. Los recursos que están destinados específicamente a proyectos de riego son aproximadamente 200 millones

de pesos, de los cuales la gran mayoría se va a pequeños proyectos de riego que favorecen a núcleos familiares. Cuando existen proyectos asociados a la CNR destinamos partes del presupuesto para apoyar estas iniciativas. Así ocurrió con don José a quién la CONADI lo ayudó con 5 millones de pesos", nos explicó Manuel Vergara, Encargado de la Unidad de Tierras y Aguas de la CONADI Región del Bío Bío.

"Como CONADI fomentamos los proyectos de riego comunitarios e individuales, sin embargo en la región no existe cultura de riego en la población indígena, por lo que ha costado bastante. Sin embargo existen proyectos de riego que han dado muy buenos resultados y que están incentivando a las demás personas a postular. Esperemos que con este gran proyecto de José Huaquivil los vecinos que tienen derechos de agua inscritos y que cumplan con

Durante el 2008 el Gobierno, a través de la CNR, entregó más de 618 millones de pesos, a nivel nacional, para subsidiar 41 proyectos de riego, focalizados en un concurso público creado exclusivamente para fomentar la tecnificación del riego en áreas indígenas. Los proyectos ganadores se repartieron en 11 comunas de las regiones I<sup>a</sup>, II<sup>a</sup>, VIII<sup>a</sup>, IX<sup>a</sup> y XV<sup>a</sup>.

Por Alejandro Fuentes,  
periodista Oficina  
Zonal Sur de la CNR

todos los requisitos se incentiven para postular a nuevos proyectos de riego. La idea es que las comunidades indígenas se convenzan de utilizar estos instrumentos de fomento que administra la CNR, ya que actualmente son vistos por ellos como lejanos e inalcanzables", señaló Manuel Vergara.

Se espera que el subsidio ganado por el proyecto de riego de este agricultor mapuche de la comunidad Caupolicán de Cañete incentive la generación de nuevas iniciativas para incrementar la participación de la Región del Bío Bío en los concursos destinados a la tecnificación del riego para el desarrollo de áreas indígenas. **CR**

Carl Bauer, experto en el mercado del agua chileno

# “El agua es un bien escaso y un mercado regulado puede ser útil”



El estadounidense, especialista en gestión del agua, ha dedicado gran parte de su vida a estudiar el modelo chileno. Su posición, ante la reforma que impulsa el gobierno, es que el mercado, con un marco regulatorio adecuado, entrega buenas herramientas para enfrentar la escasez del recurso.

Por Alejandro Pardo

Carl Bauer, investigador de la Universidad de Arizona, EE.UU., es especialista en gestión del agua y como tal ha estudiado el marco regulatorio de este importante recurso en Chile. El Código de Aguas chileno, según Bauer, es estudiado mundialmente. El experto ha publicado varios libros sobre gestión del agua y estuvo en Chile en julio dictando charlas en las universidades Portales y de Chile y su visita se enmarca en el debate propuesto por el gobierno sobre la reforma al mercado del agua, según lo dicho recientemente por el Ministro de OO.PP., Sergio Bitar.

La tesis principal de Bauer es la siguiente: en el mundo hay escasez de agua y el mercado, siempre que esté adecuadamente regulado por el Estado, ofrece instrumentos claves para gestionar el recurso en lo que atañe a derechos privados,

manejo de cuencas y coordinación de usos múltiples (por ejemplo agricultura, hidroelectricidad y caudales ecológicos).

“Soy pro mercado aunque el otro día acá en Chile me tildaron de anti mercado. Yo soy anti ‘mercado libre no regulado’ y no soy socialista. Soy un gringo pragmático y no me gusta la perspectiva de que el agua sea una mercancía pura. Prefiero considerar que el agua es un bien escaso y que el mercado es una herramienta útil dentro de un marco regulatorio. Ese es el sentido en que se habla de mercados del agua en el oeste de EE.UU., donde hay gran escasez”, señaló Bauer.

Según el experto, en los años 70’ —en el oeste de Norteamérica— comenzó la llamada Nueva Era, la que dura hasta hoy y por la cual todos los actores se vieron obligados a entender la realidad de otra



Carl Bauer es geólogo de la U. de Yale, tiene un master en geografía de la U. de Wisconsin-Madison y es doctor en Jurisprudencia y Política Social de la U. de California-Berkeley.

manera: no había más agua que la existente, los usuarios debían acostumbrarse a funcionar con eso y asumir los cambios.

“En ese contexto el mercado surge como una herramienta muy poderosa para reasignar los recursos existentes y en ese sentido trabajamos en EE.UU., con mucha regulación y en ese contexto también se trabaja hoy en España. Los españoles cuando se enfrentaron a no encontrar nuevos recursos, escenario que ocurrió en los 90’, empezaron a mirar a California como ejemplo. Sobre todo la regulación que tenemos en California”.

“En la actualidad el mercado del agua en el oeste de EE.UU. es algo rutinario, no es controversial, pero en los 70’ y en los 80’, si planteabas una discusión sobre el mercado del agua se generaba un lío muy grave. A estas alturas en cambio es parte del paisaje de políticas públicas. Ya no es una dis-

cusión politizada. Ahora los españoles están avanzando mucho más rápidamente que nosotros, en parte porque han podido aprovechar nuestras experiencias”, afirmó Carl Bauer.

**- ¿Cuál es la situación de los regantes en países donde se estén aplicando medidas de mercado regulado?**

- Los regantes son los usuarios que tienen los derechos más antiguos y prioritarios y tienen lejos la mayor proporción en términos de volumen del recurso. En cualquier país donde se riega  $\frac{3}{4}$  del agua está en manos de la agricultura. Pero hoy y en el futuro el sector agrícola será la principal fuente de nueva oferta para otros sectores económicos. Cuando se habla del mercado del agua en el oeste estadounidense normalmente se habla de algo muy concreto: ¿Cómo vamos a transferir agua de uso agrícola a usos no agrícolas? Y partimos de la base de que no lo íbamos a hacer sin pagar. Cuando se habla de mercado se está hablando de cómo indemnizar una parte de las aguas de riego para que las ciudades –por ejemplo– puedan utilizarlas. De esa forma los agricultores muchas veces logran beneficios económicos con el pago, pero las economías locales (rurales) evidentemente enfrentan algunos problemas. En EE.UU. los regantes han sido políticamente muy capaces de defender sus intereses, pero no para negarse al traspaso, sino para decir “sí, pero con ciertas condiciones y con plata”.

Según Bauer en California el sector agrícola utiliza alrededor del 80% del agua por lo que si se logra mejorar la eficiencia del riego en sólo un 10%, lo que no es tan drástico, el agro aún conservaría el 70%. Pero con ese 10% de que se priva al riego, la ciudad aumenta su disponibilidad en un 20 o 30%, por lo que sería un cambio importantísimo para la ciudad.

Sobre lo que sucede en Chile con el agua y los regantes, Bauer

afirmó que “el mercado del agua no causa problemas en el sector agrícola en sí. Para mí los mayores problemas siempre estuvieron en el manejo de cuencas y la resolución de conflictos. En ese sentido habría que analizar el rol del poder judicial, que tiene la última palabra en situaciones de conflicto, ya que cualquier conflicto serio termina en las cortes, las que no tienen idea de qué hacer al respecto. Y todo en un marco institucional neoliberal en el cual hay derechos económicos privados muy fuertes y un rol del Estado bastante débil y por lo tanto una confianza ingenua en que la negociación privada voluntaria podría resolver los conflictos”.

**- Dentro de los usos múltiples debiera estar contemplado el aspecto ecológico. ¿Cómo se hace para que el mercado no aplaste esta necesidad?**

- Con otros cuatro autores acabamos de terminar un artículo comparando Australia y el noroeste de EE.UU. Allí hay casos interesantes de lo que se llama *environmental water markets* (mercados de agua con propósitos ecológicos), aunque los resultados han sido relativos hasta ahora. En nuestro artículo exploramos cuáles son las condiciones que se debe cumplir para que haya una combinación de resguardo a los caudales ecológicos con instrumentos de mercado. Chile podría ser muy interesante en ese contexto ya que Chile es el modelo pro mercado por excelencia, el mundo podría ver con mucho interés cómo los chilenos se hacen cargo de los caudales ecológicos.

Luego de estudiar Australia y el noroeste estadounidense, nuestro argumento es que son tres las condiciones que se deben cumplir para que haya cierta posibilidad de éxito. Uno: hay que establecer derechos de uso del agua y también límites a ese derecho de uso y consumo. En Chile yo creo que eso está y también en Australia y el noroeste de EE.UU. Dos: Hay que reconocer al ambiente como un legítimo usua-



### Currículum de Carl Bauer

Carl Bauer es geólogo de la U. de Yale. Tiene un master en geografía de la U. de Wisconsin-Madison. Y es doctor en Jurisprudencia y Política Social de la U. de California-Berkeley. Ha publicado dos libros: *Canto de Sirenas: El Derecho de Aguas Chileno como Modelo para Reformas Internacionales* (2004). Y *Contra la Corriente: Privatización, Mercados de Agua y el Estado en Chile* (1998). Además de múltiples artículos sobre gestión del recurso en Chile y otros países. Hoy trabaja en el Centro de Estudios de Recursos Hídricos de la U. de Arizona.

rio de agua. Acá en Chile eso no existe y tampoco existía en EE.UU. En EEUU hubo que legislar a nivel de Estado, porque para nosotros (EEUU) el agua le concierne a los estados y no al Gobierno Federal. Tres: La capacidad legal para transferir derechos existentes (constituidos) a propósitos ambientales. Esas son las tres condiciones necesarias, pero aún no suficientes para que haya un mercado de agua medio ambiental. En los 80', en el oeste estadounidense, reconocimos que debíamos hacernos cargo de los caudales ecológicos. Eso por definición es un conflicto por derechos de propiedad y hay que asumir la necesidad de reducir parte de los derechos existentes y reasignar

### Diplomado del agua

La charla de Bauer en la U. de Chile se inscribió dentro del diplomado Gestión del Agua y el Ambiente en la Sociedad del Siglo XXI, enmarcado en el Programa Agua y Sociedad de la Facultad de Ciencias Agronómicas de esta casa de estudios.

Según nos informó Rodrigo Fuster, coordinador del Diplomado, éste va en su segunda versión y tiene como objetivo principal estudiar los recursos hídricos en un contexto más amplio que sólo el medio físico. “Buscamos que se entienda el agua como parte de un sistema complejo en estrecha relación con la sociedad”.

Más información en <http://www.aguaysociedad.uchile.cl/programa.html>

esos recursos hacia fines ecológicos. Pero si se parte del dogma de que no se puede modificar un derecho adquirido se acabó la discusión.

Bauer concluye que en estos casos el Estado debiera decirle al propietario de un derecho: “No vamos a darte la opción sino que vamos a tomar tus derechos pero con una compensación razonable. Nuestro enfoque en EE.UU. ha sido ese: vamos a pagar del bolsillo público para permitir la reasignación de derechos adquiridos. Y el primer paso para ello es llegar a un consenso político-social”. **CR**

Monitoreo del riego mediante Sondas FDR

# Tecnología para medir humedad de suelo que se consolida en Chile



*La disponibilidad de agua y el costo de la energía se han convertido en parámetros críticos para el riego.*

Esta interesante tecnología de control del riego en base al monitoreo de la humedad del suelo lleva cerca de 10 años en Chile y según los especialistas es cada vez más frecuente encontrarla en los campos chilenos, en especial en los huertos de especies frutales de exportación. La tecnología de sondas FDR –existen varias marcas disponibles en Chile– presenta numerosas ventajas a nivel de campo por lo que está siendo probada por varios investigadores y hay diferentes empresas que ofrecen servicio de monitoreo de riego en base a ellas. Este artículo se realizó gracias a los aportes de los especialistas en riego de INIA, ingenieros agrónomos Raúl Ferreyra y Oscar Reckmann.

El riego, cantidad de agua y frecuencia de aplicación, es un manejo agronómico fundamental en gran parte de las condiciones de cultivo chilenas, en particular cuando se trata de especies frutales de exportación, en las que no sólo importa la cantidad producida si no también la calidad de los productos. Más aún, en la actualidad, ante un escenario en que la disponibilidad de agua y el costo de la energía se han convertido en parámetros críticos a considerar, ajustar el riego a los requerimientos reales de cada cultivo, en las condiciones de suelo particulares (locales), es fundamental para el éxito del negocio agrícola. Incluso hoy el monitoreo del riego es un requerimiento fundamental desde el punto de vista medioambiental ya que cuando se aplica agua en exceso, junto a nutrientes de uso masivo y potencialmente peligroso como nitrógeno, se provoca la lixiviación de contaminantes a las napas subterráneas y a los acuíferos.

Tecnologías de monitoreo hay muchas pero con distintos costos, duración, capacidades, prestaciones y facilidad –o dificultad– de calibración y medición en el campo. Entre los sistemas emergentes se ha ido consolidando, tanto en Chile como en otros países de riego, la tecnología conocida como sondas de capacitancia o FDR (Frequency Domain Reflectometry: Reflectometría en el Dominio de la Frecuencia), la que ha demos-

trado su utilidad a nivel comercial. Hoy en el mercado chileno disponemos de una variada oferta de equipos FDR de diferentes marcas y orígenes, además de varias empresas que ofrecen el servicio de monitoreo y asesoría de riego en base a esta tecnología.

En este artículo les ofrecemos información sobre las sondas de capacitancia y los equipos disponibles, aportada por el experto en riego de INIA Oscar Reckmann, y la experiencia de investigación y uso comercial aportada por el especialista Raúl Ferreyra, también de INIA. También se incluyen algunos comentarios obtenidos de investigadores extranjeros, quienes han ensayado largamente con esta tecnología.

## Determinación de humedad en el suelo mediante Reflectometría en el Dominio de Frecuencias

*Por el Ingeniero agrónomo de INIA Oscar Reckmann*

El monitoreo y medición del contenido de humedad en el suelo se ha constituido en un desafío tecnológico relevante en los últimos años por lo que el desarrollo de dispositivos de uso agrícola es un tema de importancia, y especialmente su adaptación para que pueda ser utilizada bajo condicio-

Material líquido	Constante dieléctrica (20-250C)	Material sólido	C. D. (20-250C)
Agua	<b>80,4 – 78,5</b>	Hielo (-120°C)	4,1 – 3,7
Etanol	24,3	Cuarzo (SiO <sub>2</sub> )	3,78
Amoniaco	16,9	<b>Suelo arenoso seco</b>	<b>2,55</b>
Benzeno	2,29	<b>Suelo franco seco</b>	<b>2,51</b>
Acetona	20,7	PVC	2,89
<b>Aire</b>	<b>1,0</b>	Polietileno	2,25
CO <sub>2</sub> (liq.)	1,6	Teflon	2,1
CO <sub>2</sub> (sol.)	1,001	Madera	1,90

Fuentes: CRC Handbook of Chemistry and Physics (1993), von Hippel (1955).

nes de campo en predios de productores. Entre la diversidad de los equipos que han logrado incorporarse con éxito en el medio agrícola existe un tipo de dispositivo que presenta una serie de ventajas en su aplicabilidad a nivel de campo, y que corresponde a los sensores de humedad de suelos que basan su operación en las propiedades dieléctricas del suelo y que se les conoce como sensores FDR (Frequency Domain Reflectometry) o sondas de capacitancia.

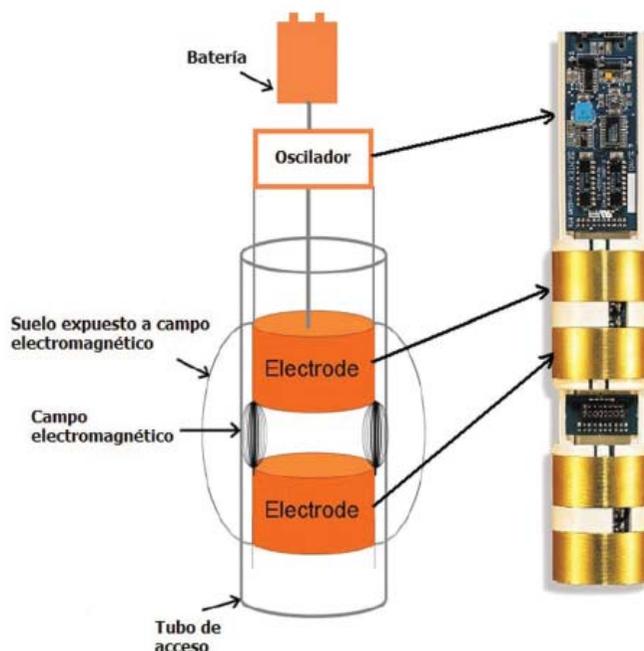
Estos equipos permiten seguir la evolución del contenido de humedad volumétrica en el suelo a través de la interpretación del comportamiento de ondas electromagnéticas que atraviesan el perfil húmedo.

El dispositivo utiliza la propiedad de las ondas electromagnéticas que al ser emitidas por este y al atravesar un medio como el suelo, son reflejadas y varían su frecuencia. La modificación de la frecuencia de la onda esta estrechamente relacionada con el contenido de agua en el suelo, y que físicamente corresponde al comportamiento de un parámetro denominado constante dieléctrica del medio. Dada la dinámica del agua en el suelo el equipo permite detectar cambios en las intensidades de extracción atribuibles a faltas o exceso de humedad y fundamentalmente informa sobre el grado de humedecimiento en el

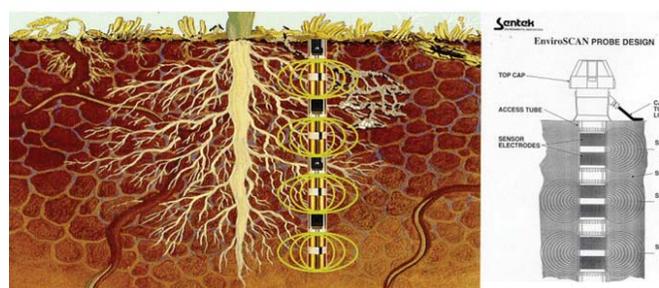
perfil del suelo, facilitando la elección del momento adecuado para regar. El uso del dispositivo requiere de un conocimiento previo de la textura y profundidad del suelo, tanto para su instalación como para la interpretación correcta de la información que este genera. La información proporcionada por el sensor tiene un carácter muy puntual pero dada la posibilidad de instalar varios sitios de muestreo utilizando el mismo dispositivo, el equipo en su conjunto es capaz de dar una visión bastante completa de lo que ocurre a nivel predial.

## Dispositivos FDR

Los equipos de esta naturaleza conforman un circuito con un arreglo similar al de un condensador eléctrico. Constan fundamentalmente de una sonda que cuenta con un oscilador, el oscilador emite una señal compuesta por ondas electromagnéticas de alta frecuencia, generando un campo eléctrico que se produce por la circulación de las ondas a través de un par de electrodos ubicados en el punto de medición en el perfil de suelo, el suelo se comporta como un medio dieléctrico en este arreglo, el campo generado se extiende por el suelo que lo circunda en la profundidad de medición escogida, variaciones en la humedad del suelo determinan una variación de la constante dieléctrica del suelo y la frecuencia



Esquema de un circuito básico de un dispositivo FDR.



En el modelo EnviroSCAN la barra con el grupo de condensadores se introduce en un tubo de acceso de PVC, quedando fija y conectada a un datalogger.

de las ondas electromagnéticas que son recibidas de vuelta por el dispositivo.

El medio que rodea a dos cuerpos cargados eléctricamente influye en la fuerza de interacción eléctrica entre estos cuerpos. Es la misma fuerza de interacción entre dos cargas que se produce en el vacío, el medio que rodea a las cargas reduce siempre esa fuerza o tensión eléctrica, bajo algunas condiciones específicas esos medios se reconocen como medios dieléctricos (aislantes o muy poco conductores).

La constante dieléctrica del agua es una de las más altas, cerca de 80 veces más que la del aire, característica clave para la operación de los dispositivos FDR.

Cuando entre los conductores del condensador se inserta un material dieléctrico diferente del aire (vacío), la diferencia de potencial, disminuye como consecuencia de la polarización en su interior. Al factor de disminución se le llama constante dieléctrica. Esta propiedad de los medios dieléctricos y de los condensadores es la que se aplica para la medición de la humedad en el suelo y corresponde a una respuesta del suelo húmedo a las ondas electromagnéticas emitidas desde un condensador o dispositivo FDR.

Desde el punto de vista electromagnético un suelo se caracteriza por contar con cuatro fases cada una de las cuales poseen su propio nivel electromagnético,

## Dr. Juan Vera (del CSIC de Murcia), investigador español con amplia experiencia en monitoreo de riego:

“La medida continua de las variaciones del contenido de agua en el suelo es un medio esencial de monitoreo del agua consumida por las plantas y para la programación eficiente del riego. Muchas veces estos estudios requieren mediciones en un lugar determinado durante días, semanas o incluso varias temporadas. En los últimos años, las sondas capacitivas o FDR han dado excelentes resultados en cuanto a su precisión, facilidad de calibración e instalación, facilidad de interpretación y transmisión de datos”.

aire, fase sólida, agua no disponible y agua disponible, además de la presencia de sales en el suelo que influye sobre su comportamiento como dieléctrico. El valor de la constante dieléctrica del suelo es el resultado de la suma de los valores de la constante dieléctrica de sus constituyentes. La constante dieléctrica del agua es significativamente mayor que la del resto de los constituyentes por lo que cambios en la constante dieléctrica del ‘sistema suelo’ se pueden atribuir a cambios en el contenido de humedad en el perfil.

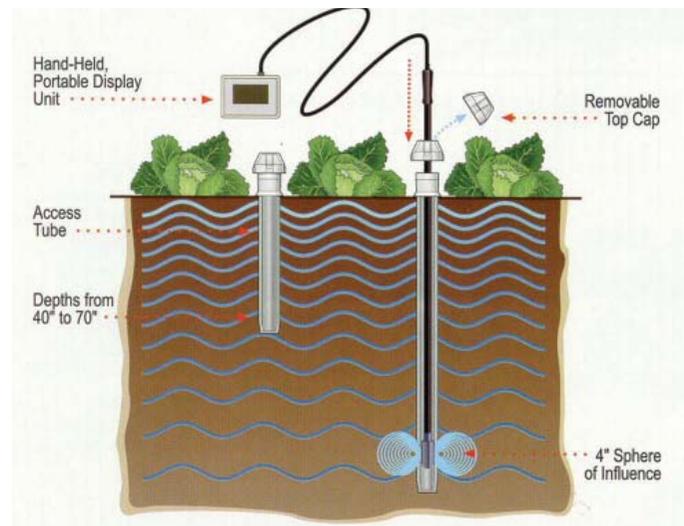
El dispositivo FDR es un tipo de condensador que consta de dos electrodos cilíndricos metálicos (barras, discos o anillos de metal) ubicados sobre un eje y separados por un material plástico aislante de unos pocos milímetros de espesor, o paralelos cuando son barras, conectados a un oscilador. El oscilador recibe energía eléctrica desde una fuente de poder (ej. batería) y es un componente del equipo que convierte un voltaje de entrada en una emisión de ondas electromagnéticas de alta frecuencia (0,1 a 3

GHertz). La frecuencia emitida por el oscilador es directamente proporcional al voltaje emitido por la fuente de poder.

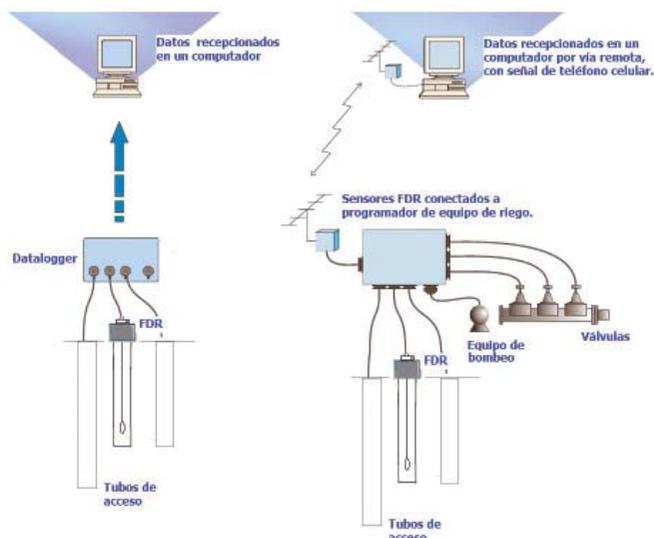
Algunos dispositivos requieren de un tubo de acceso en el punto de medición y que normalmente es de PVC. Los electrodos se introducen al tubo mediante una sonda y quedan en contacto muy estrecho con las paredes del tubo. Los dispositivos cuyos electrodos son barras entran en contacto directo con el suelo a medir. La dinámica de este arreglo es que el campo electromagnético creado por la emisión de ondas invade el suelo inmediatamente en contacto con las paredes externas del tubo o los electrodos, produciéndose un flujo de ondas electromagnéticas entre ambos, lo que a su vez, genera un campo electromagnético en la vecindad de los electrodos. El campo influye sobre el medio, en este caso el suelo, y que se manifiesta reflejando la onda con una frecuencia diferente, lo que determina en el sensor una capacidad específica (Capacitancia) de almacenar energía. La capacitancia depende de la constante dieléctrica del suelo, que a su vez esta determinada por el nivel de humedad que existe en el momento de la medición.

Al aumentar la humedad en el suelo disminuye la frecuencia de oscilación de la onda que regresa al dispositivo, y aumenta la constante dieléctrica del suelo, alcanzando el condensador o FDR una mayor capacitancia. La señal digital recibida de vuelta se transmite hacia un datalogger, donde se almacena y traduce en un valor numérico correspondiente al de la constante dieléctrica o el volumen de agua en el suelo, según se desee.

Todos los dispositivos del tipo FDR existentes a nivel comercial basan su operación en lo descrito anteriormente. Existen en el mercado varios modelos de FDR, siendo algunos de los fabricantes



El Deviner 2000 se compone de un único condensador que se encuentra en el interior de una carcasa cilíndrica de PVC.



Con este tipo de sensores es posible además conectarse al equipo de riego y realizar la programación del mismo en forma remota.

y proveedores de dichos equipos Sentek Sensors Technologies (EnviroScan Sensor, Deviner 2000), Delta -T Devices (Model PR 2/4, Theta Probe), Troxler Electronic Laboratories (Model Sentry 200AP), Aqua Pro Sensors (AquaPro AP), Agrilink (C-Probe).

Los dispositivos FDR Deviner 2000 y EnviroSCAN fabricados por Sentek poseen similar conformación pero con aplicaciones diferentes. El Deviner 2000 se compone de un único condensador que se encuentra en el interior de una carcasa cilíndrica de PVC. Esta a través de una sonda se introduce en un tubo de acceso también

de PVC, previamente enterrado e instalado en el perfil de suelo a medir. El equipo introducido en la sonda permite realizar 16 lecturas hasta 1,6 m de profundidad con intervalos de 10 cm. Este dispositivo es solo de uso manual, las lecturas son almacenadas en un datalogger, este último corresponde a un microprocesador que registra y almacena, lecturas análogas originadas en el sensor y que luego son convertidas a valores digitales. Un equipo puede llevar el registro de hasta 99 tubos de acceso. Esta información almacenada finalmente se recupera a través de un computador personal.

GENTILEZA R. FERREIRA



En la foto se aprecian dos tipos de sondas de medición continua.

El dispositivo FDR modelo EnviroSCAN utiliza el mismo diseño de condensador, pero en este caso son varias unidades independientes que se disponen a lo largo de una barra de PVC a intervalos de 10 cm, o a intervalos múltiplos de 10 (20 cm, 30 cm, etc.). El con-

junto de la barra con el grupo de condensadores se introduce en un tubo de acceso de PVC, quedando fija y conectada a un datalogger. Desde ahí se realizan lecturas en forma permanente y continua de humedad en el suelo a las profundidades establecidas por el

período de tiempo deseado por el usuario. El intervalo de medición se establece mediante un software que se incluye con el equipo, y el rescate de la información se hace desde el datalogger mediante computador personal directamente en terreno, o en forma remota vía radio o teléfono mediante modem y/o internet. Con este tipo de sensores es posible además conectarse al equipo de riego y realizar la programación del mismo en forma remota.

Los dispositivos Delta-T PR 1/4, PR 1/6 de Delta, consisten en una barra cilíndrica de policarbonato sobre la cual se han fijado un grupo de condensadores a intervalos regulares. La barra se inserta en un tubo de acceso de PVC y se conecta a un dispositivo de lectura o datalogger (AT PR 2) que registra y almacena los datos que pueden ser rescatados desde un computador. Es un dispositivo de

uso manual para mediciones en el sitio de estudio. El modelo PR 1/4 lee a profundidades de 10, 20 30 y 40 cms, y el modelo PR 1/6 a profundidades de 10, 20 30, 40 y 100 cms. De muy similar diseño son los sensores de humedad modelo AquaPro AP, que incluye tubos de acceso de 1 y 2 m de profundidad.

El Troxler Sentry 200 AP, es un dispositivo FDR que en su modo de uso es muy similar a la sonda de neutrones. Corresponde a un único condensador que se conecta a un cable en cuyo extremo opuesto existe un dispositivo que lee y despliega en una pantalla el dato medido en terreno. La sonda y el sensor se insertan en un tubo de acceso, donde es posible realizar las lecturas a las profundidades deseadas.

Existe un tipo de dispositivo FDR con un arreglo diferente a los ya mencionados y cuyos elec-

**PGIC**  
**INGENIERÍA**

- Bombas de superficie monoblock y eje libre
- Bombas de pozo profundo
- Bombas para aguas servidas
- Equipos de dosificación
- Estanques hidroneumáticos y accesorios
- Servicio Técnico

Representantes exclusivos en Chile de:

DRENO POMPE

SUBLINE

REGGIO

AQUASYSTEM

SEKO

LEO

Certificación  
ISO 9001-2000

ISO 9001  
BUREAU VERITAS  
Certification



Mediciones de humedad de suelo con Diviner 2000 en parrón de Copiapó.

### “¡Cuidado con la salinidad!”

La investigadora de la Estación Experimental de Cajamar “Las Palmerillas”, en Almería (España), Ma. Dolores Fernández:

En Las Palmerillas examinaron el efecto de la salinidad del suelo sobre las sondas FDR en cultivos hortícolas y encontraron que estos equipos eran muy sensibles a los cambios en la conductividad eléctrica –contenido de sales– de la solución del suelo, con una tendencia a sobre estimar la humedad en condiciones de alta CE. Según Fernández, “la sensibilidad a la salinidad quedó resaltada por la rápida e importante reducción de las medidas del contenido de agua del suelo cuando se aplicaron grandes volúmenes de riego para el lavado de sales”.

trodos corresponden a barras cilíndricas. Un proveedor de los FDR de barra es Decagon Devices (ST-E, EC-TM, EC 5, 10 HS y MPS 1). El ECH2O –TM esta conformado por un cuerpo que contiene el emisor de ondas electromagnéticas (70 MHz) u oscilador. Desde el cuerpo del dispositivo emergen 3 barras cilíndricas de 5,2 cm de longitud, de las cuales, dos actúan como electrodos para la medición de humedad en el suelo. La tercera barra operando con las otras dos permite determinar además temperatura en el suelo y conductividad eléctrica. El dispositivo se instala directamente en el lugar de medición asegurando que las barras estén en total contacto con el suelo. Al igual que el resto de los modelos el almacenamiento y rescate de la información se realiza mediante dataloggers especialmente diseñados por el mismo proveedor.

En general este tipo de dispositivos es menos sensible en

su medición cuando la humedad del suelo se encuentra en niveles bajos, menos de un 10%. Si bajo condiciones de suelo con baja humedad no existe una buena inserción del tubo de acceso o hay bolsas de aire entre la pared del tubo y el suelo, pequeños cambios en el dieléctrico suelo a niveles bajos de humedad pueden afectar la frecuencia de onda y generar lecturas erróneas. El nivel de sales en el suelo es otro parámetro que puede alterar la información que entrega este tipo de sensores. En un próximo artículo discutiremos aspectos de instalación, sensibilidad, medición, registro y recolección de datos en este tipo de dispositivos.

**Raúl Ferreyra de INIA:**  
**“Una sonda FDR es una calicata con números”**

Raúl Ferreyra expuso sobre monitoreo de humedad en el suelo mediante sondas FDR en el “I Seminario de Actualización Técnica de Paltos – 2009”, organizado por la exportadora Subsole en Viña del Mar. Su experiencia es interesante ya que en el cultivo del palto en Chile se ha ensayado y utilizado una amplia gama de tecnologías de monitoreo de riego –entre otras dendrometría y FDR– puesto que es un frutal muy sensible a la falta o exceso de humedad y además ha sido plantado en condiciones de suelo extremadamente limitantes.

Lo primero que aclaró Ferreyra fue que “usar calicatas, tensiómetro o FDR por si solos no es suficiente para definir el tiempo y la frecuencia de riego. Pero estos instrumentos sirven para ajustar los programas de riego y acercarnos al 100% de los requerimientos”.

Según Ferreyra se está generalizando el uso de monitores de humedad del tipo sondas FDR. “En

mi opinión los controladores de la humedad de suelo son una buena opción. La información de calicatas y tensiómetros es complicada ya que son mediciones discretas (puntuales), es decir realizadas en un momento determinado y es información que además cuesta interpretar. No es que la calicata sea una mala herramienta pero da pie a interpretaciones diversas. Una sonda FDR es una calicata pero con números. Una calicata que hacemos siempre en el mismo lugar y que nos va entregando valores que pueden ser constantes en el tiempo”.

Básicamente las sondas FDR pueden ser agrupadas en dos categorías: sondas FDR de medición discreta y sondas FDR de medición permanente.

### Sondas de medición discreta

Las sondas de medición discreta no están instaladas de forma permanente en terreno –no miden de manera continua– si no que se llevan al campo y se realizan la mediciones en momentos determinados.

Dentro de los equipos disponibles en el país están las sondas Delta-T PR1. “Este es un barreno electrónico para el que se debe disponer de un tubo de acceso en el suelo, en donde se realizarán las mediciones y un datalogger donde queda registrada la información. Dentro de esta misma categoría está el Diviner 2000, la sonda más común de encontrar en nuestros predios, que es de origen australiano. También utiliza tubos de acceso donde se realizan las mediciones y va generando un registro del contenido de humedad en el suelo. Estas sondas comenzaron a entrar en el país hace unos 8 años o más y no han andado muy bien porque se tienden a dañar con mucha facilidad. Hay problemas con los cables que se cortan y hay que enviarlas a reparar per-

manentemente. Esto dificulta su operación en el campo y los agricultores a la larga tienden a dejarlas de lado. En algunos campos más prolijos, las han mantenido y obtienen muy buena información, pero es una situación que hay que considerar al momento de comprar", explica el experto.

Además en el campo se encuentran otros tipos de sondas de medición discreta. Estas no son de las que miden siempre en un mismo punto, si no que permiten ponerle números a las calicatas (se insertan en las paredes de la calicata). Ferreyra: "Son sondas de tecnología FDR que permite ponerle valores a lo que muestra la calicata y tener una estimación numérica del contenido de humedad. El problema es que no siempre las calicatas se hacen en los mismos lugares y muchas veces se hacen muy distanciadas en el tiempo, lo que dificulta su interpretación".

## Sondas de medición continuada en el tiempo

"En los últimos cuatro o cinco años comenzaron a llegar a Chile sondas de medición continua, las que han presentado mucho menos problemas de mantenimiento. Son equipos que se dejan fijos en el suelo por lo que no tienen trabajo mecánico y se deterioran mucho menos que las anteriores", señala el investigador.

Según Ferreyra, los equipos que los agricultores están instalando en sus campos –en el caso de los paltos– son principalmente EnviroScan y Agrilink. "Ambas son muy similares en sus sistemas de operación. También instalan sondas Decagon, las que se diferencian de las anteriores en que se pueden instalar de forma tanto horizontal como vertical".

La información de estas son-

das se puede rescatar desde un datalogger en terreno bajándola a un notebook o una palm una o dos veces por semana, en caso de huertos relativamente pequeños y sin dificultades de acceso. Pero para predios más grandes o de difícil acceso (ej. paltos en cerro) es posible rescatar los datos a través de telemetría (ondas de radio) o a través de telefonía celular, para enviar la información directamente a la red y bajar los datos desde cualquier lugar con Internet. Estos sistemas son modulares ya que el sistema de rescate de la información en terreno luego se puede convertir en un sistema automático de bajada de información vía web.

"Con estos equipos, advierte Ferreyra, es clave determinar claramente el lugar dónde se va a instalar las sondas para conocer lo que se está midiendo y asegurarse de que las mediciones sean

representativas. Lo más adecuado es disponer con un buen estudio de suelo, en base a la variabilidad espacial y retención de humedad, para saber exactamente en qué lugares instalar las sondas y qué sectores están involucrados en cada medición".

Pero además es importante instalar las sondas cerca de árboles que sean representativos del sector, "no muy vigorosos ni muy decaídos", si no que representen a la mayoría de los árboles involucrados en el área que se quiere monitorear. Otro aspecto importante es que los sensores no queden cercanos al aire porque se distorsionan las mediciones. Estas sondas deben ser calibradas a capacidad de campo (materia de un próximo artículo), acción que puede ser realizada en terreno, sin necesidad de acudir a un laboratorio. **CR**

# Trabaje con el mejor...!

... con soluciones tecnológicas que aumenten la eficiencia de su sistema de riego.

## WELLFORD®

equipos de bombeo



Wellford Chile S.A. Camino Lo Infante 1571, San Bernardo, Santiago Tel: (56-2) 857 26 51 [www.wellford.cl](http://www.wellford.cl)

Worthington - Pleuger - Flowserve - Emotron - Bornemann

Juan Vera, investigador del CEBAS CSIC de Murcia

# “No basta con mirar sólo la atmósfera, el dendrómetro o el suelo con las sondas FDR”

Por Rodrigo Pizarro Yáñez, desde Murcia



*“Con las sondas de capacitancia se ha avanzado en el desconocimiento que se tenía a nivel del contenido hídrico de los distintos niveles del suelo. Al mismo tiempo se han visto limitaciones que el propio sistema tiene, fundamentalmente el volumen explorado”, dice Juan Vera.*

Los excesos nunca son buenos, y menos si se trata de agua. Por eso es importante cuantificarlos para, en una planta que esté en buenas condiciones, determinar cuánta agua es capaz de consumir, para así tenerla como referencia. Eso permitirá a los investigadores incidir en importantes aspectos de los coeficientes de

cultivos. “Hoy estamos poniendo de manifiesto las deficiencias de los coeficientes de cultivos de la literatura, con coeficientes de cultivo en campo. Los valores resultan ser un 30% más bajos”. Este es uno de los trabajos que realiza Juan Vera en el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Seguro (CEBAS-CSIC), de Murcia.

En los áridos paisajes murcianos se “riega cada vez mejor”, como sentencia este científico dedicado hace décadas a investigar en esta área. “Se han hecho muchos esfuerzos para regar en base a la demanda climática, pero en la práctica tiene grandes desajustes tanto por déficit como por exceso, porque son estimaciones e

intervienen de forma simultánea. Por ejemplo, en un momento determinado la demanda bioclimática plantea unas exigencias muy importantes pero el suelo no es capaz de suministrarlas. Hay necesidades de funcionar en cadena y de forma coordinada de tal modo que unas veces alguna actúa como elemento limitante y otras no”.

**- ¿Qué quiere decir con esto?**

- Que no basta con mirar sólo la atmósfera, el dendrómetro o el suelo con las sondas FDR, que sigue siendo lo mejor que tenemos hoy en día, pero se enfrenta ese problema.

**- Pero hoy la tecnología está más desarrollada.**

- Por supuesto. En el suelo se han usado las sondas de multicapacitancia, en Chile han hecho un esfuerzo por las redes agrometeorológicas, que aquí en España están más desarrolladas porque cada Comunidad Autónoma tiene su propia red. Pero hay que buscar un sistema experto que tenga en cuenta los tres elementos. Pero eso no es todo, porque además debemos saber en qué etapa fenológica está la planta para adaptarle las necesidades de ese sistema experto a las condiciones



Sondas capacitivas instaladas en un campo de pera y durazno en Murcia.

de riego.

**- En definitiva, la planta y sus fases fenológicas son importantes.**

- Claro, pero además debemos mirar qué pasa en la atmósfera, el suelo y la planta. La atmósfera, en sentido amplio, porque hoy podemos saber con bastante certeza si lloverá o no por la tarde. Por ejemplo, si hay una probabilidad de precipitaciones del 80%, tenemos que preguntarnos, ¿realmente son importantes esas dos horas de aquí a que llueva y debemos cubrir ese déficit? o ¿ese déficit lo cubrirá directamente la lluvia?, si es que se trata de una lluvia importante. Se trata de poner un valor que cada vez está más escaso, no al servicio de las necesidades al límite de la planta, para que crezca y forme biomasa sin un criterio, sino para que forme biomasa de forma domesticada, capaz de convertir esa actividad en algo de calidad y alto rendimiento.

Explica Vera que los sistemas expertos y las funciones multicriterios tratan de conciliar múltiples aspectos que no necesariamente tienen que coincidir en el tiempo. "Lo que es necesario es que ese sistema funcione en intervalos de tiempo pequeños para hacer el trabajo fino", explica.

**- ¿Cómo se consigue esto?**

- Monitorizando. Los parámetros asociados a la atmósfera, tronco y suelo se monitorizan e introducen en una base de datos, se visualizan y con algún tipo de algoritmo veremos si realmente existe una acumulación de agua, toda vez que la planta acusa un nivel de estrés mayor. Es decir, que ponga de manifiesto esos estados hídricos que atravesará la planta, y que con los criterios expertos correspondientes tome la decisión de operar. Por ahí van los trabajos.

**- ¿Por qué se trabaja en esa línea?**

- Nos obliga el hecho de que el contenido de agua en el suelo y su potencial a nivel de todo el bulbo sigue siendo un tanto desconocido. El mayor problema de las sondas es el poco volumen de suelo que exploran ya que el campo electromagnético que generan los sensores es relativamente pequeño. Para que el sistema tome las decisiones adecuadas hace falta ver cómo, manteniendo la mayor simplicidad posible, podemos conferir al sistema la mayor robustez.

**- ¿Qué sale de toda esta coctelera que explica?**

- Tiene que salir una hora de arranque del riego pero no una hora de cierre. Como el cierre es dinámico, vendrá de la mano

# SOLIDO, AUN BAJO PRESION



Poderoso insecticida que proporciona un control excepcional de polillas en hortalizas, aun con altas presiones. Es seguro para el aplicador e insectos benéficos.



Lea siempre la etiqueta. Entregue los envases vacíos con Triple Lavado en los Centros de Acopio AFIPA. 

Para mayor información contacte a nuestros representantes zonales o llámenos al (02) 941 0100.

® Marca registrada de una compañía del grupo Syngenta.

[www.syngenta.cl](http://www.syngenta.cl)



de los parámetros que el sistema consiga. Paralelamente a esa apertura de la electroválvula lo que tiene que operar es la nutrición. Hay que vincular el tamaño del sector y el inicio del riego a una dosificación proporcional de fertilizantes en el momento de riego. Eso implica automatismos, circuitos, hardware..., pero en la medida que estos elementos son más asequibles, podemos explorar distintas posibilidades con estos sistemas.

#### - ¿En qué cultivos realizan los ensayos?

- Fundamentalmente en frutales: cítricos, melocotón (durazno), almendro, nectarino y cerezo, pero también patatas, pimiento, melón, alcachofa. Los parámetros del sistema experto cambiarán en base a un determinado cultivo, a su fenología, pero en la medida que estemos bajo un sistema de fertirriego localizado se obtienen mejores resultados.

#### - ¿Cuáles son los principales resultados que se ha obtenido?

- Dos cosas. La mejora en la gestión de agua, muy importante desde el punto de vista agronómico y además el ahorro de agua, muy importante desde el punto de vista administrativo. Una comunidad de regantes en Valencia trabaja con un sistema de telemonitorización con sondas capacitivas y ha obtenido ahorros del 38%. El precio del agua sube, pero paralelamente ellos gastan menos. Eso es una excelente noticia porque están en una zona vulnerable a la contaminación de nitratos (que lixivian con el exceso de riego).

#### - ¿Qué cambios han detectado en esa comunidad de regantes?

- Han hecho dos grandes cambios. Antes regaban de forma gravitacional y pasaron a riego localizado. Pero había un problema, a pesar de tener riego localizado el campo seguía encharcado. Sin embargo hoy se están acostum-



brando a ver sólo el bulbo mojado y el resto seco. Son dos grandes cambios que en una agricultura tradicional son muy importantes.

#### - ¿Cuánto ha progresado el desarrollo de las sondas capacitivas?

- Ha permitido un seguimiento en tiempo real del contenido de agua en el suelo; en un sistema de riego unidireccional, como es el riego gravitacional, es relativamente sencillo. El problema es el movimiento del agua en el suelo cuando se trabaja en función de un bulbo mojado, es una dinámica tridimensional que tiene un comportamiento distinto en función de la época del año. En una época lluviosa la entrecalle estará húmeda y la componente vertical del flujo del emisor del gotero será más vertical. Hacia el verano, la entrecalle tiende a secarse y tiene más componente horizontal. Entre ambas componentes imaginemos todos los casos posibles. Eso hace que las dosis de riego no sean las mismas. Ese conocimiento, que además varía en función de la época del año, también lo hace según las extracciones, porque está la raíz que interviene y de los tipos de suelos, eso requiere un cierto aprendizaje para ver cómo es el comportamiento y por qué tienen



esos comportamientos. Con este sistema se ha avanzado en el conocimiento que se tenía a nivel del contenido hídrico de los distintos niveles del suelo. Al mismo tiempo se han visto limitaciones que el propio sistema tiene, fundamentalmente el volumen explorado.

#### - ¿Cómo se ha ido mejorando la interpretación de lo que dicen las sondas?

- De forma muy directa, midiendo el estado hídrico de la planta: potenciales de xilema, máximas contracciones diarias en el tronco (dendrometría), etc. La tecnología ha hecho a muchos fabricantes acercarse al desarrollo tecnológico australiano de las sondas de multicapacitancia. Son muchos los llamados, pero pocos los que llegan con las precisiones correspondientes.

#### - ¿Cómo ves a Chile en este aspecto?

- He comprobado la preocupación que se tiene por estas técnicas en Chile. Lo que ocurre es que monitorean un volumen de suelo relativamente pequeño y son más sensibles si el volumen de suelo es dinámico. La dinámica que tendrá

el suelo explorado por unas raíces aquí en España será mucho mayor que en Chile, donde los volúmenes humectados son mayores. Por lo tanto, la capacidad de transmitir la información con una dinámica tan pequeña (la sonda) va a disminuir. Eso hace que sea una técnica utilizada, pero además contrastada. Es curioso porque son dos países con tecnología de producción similar, pero cuando tratas de aplicar una técnica como ésta, la sensibilidad es la misma pero la respuesta en un bulbo concentrado –como en España– es muy superior y eso facilita las cosas. En el caso chileno la interpretación es más difícil y ha provocado ciertas incertidumbres, creando una paradoja en ciertos técnicos. El monitoreo en Chile tiene otra diferencia con la experiencia española. Típicamente en Chile los diagnósticos eran discretos: abro calicata y veo lo que pasa, mientras que aquí se opta por el continuo no destructivo. Eso aporta otros detalles y en varias colaboraciones técnicas estamos transmitiendo la necesidad de medir en continuo sin destruir el bulbo de la planta. **CR**

Nodo de Riego de la Universidad de Chile

# Copiapó apunta a convertirse en un modelo de riego



En primer plano, Rodrigo Callejas, más atrás Rodrigo Gálvez, y a su lado Eduardo Rojo.

La situación, según el director del programa Uchilecrea de la Universidad de Chile, es la siguiente: "Atacama es la carta de presentación de la uva de mesa chilena en los mercados extranjeros (es la cosecha más temprana). Si nosotros partimos mal o entregamos malos productos eso se arrastra a la zona central. Por eso la gente de la Tercera Región debe tener un apoyo especial. Porque nosotros debemos llegar siempre con muy buena fruta, ya que marcamos la pauta". Uchilecrea es un centro de estudios agronómicos financiado por CORFO y en Atacama se

fijó como meta estudiar las condiciones agronómicas de la región y capacitar a los productores de los dos valles principales, el de Copiapó y el de Huasco.

Con el apoyo de agrónomos experimentados, tales como Gabino Reginato y Carmen Prieto, directores adjuntos de Uchilecrea, Callejas escogió a un grupo de agrónomos jóvenes para que se sumergieran en la región. El trabajo serio y consistente les ha permitido ganarse múltiples fondos para proyectos, siendo el Nodo de Riego, financiado por InnovaChile de CORFO, uno de los más impor-

tantes considerando los problemas de disponibilidad hídrica que complican a Copiapó.

El proyecto se llama Nodo de Riego: Difusión y transferencia tecnológica para el uso eficiente del agua de riego en la Región de Atacama. Y su trascendencia ha sido tal que en julio dos ministros se apersonaron en Copiapó para empaparse de las actividades de Uchilecrea y su Nodo de Riego en la región. Primero lo hizo el Ministro de Economía, Hugo Lavados, y días después fue el turno del Ministro de Minería, Santiago González, quien visitó el Fundo

La Universidad de Chile invadió la Región de Atacama "porque lo que está pasando allí es un barómetro para lo que ocurrirá en el resto de la agricultura del país", asegura Rodrigo Callejas, director del programa Uchilecrea. Uno de los ejes es el Nodo de Riego de Atacama.

*Alejandro Pardo*



Charla realizada en el valle de Copiapó.

Santa Elena, en la comuna de Tierra Amarilla, guiado por el director del Nodo, Rodrigo Gálvez. El interés del Ministro González fue incluso más lejos, pues se interiorizó del funcionamiento de una serie de equipos móviles usados por el Nodo para monitorear el riego: el EnviroSCAN, el Diviner 2000 y el Wet Sensor.

### De 18.000 a 7.000 m<sup>3</sup>/ha Disminución del agua aplicada:

El Nodo de Riego, que se ha desarrollado durante todo el 2009, tiene un filtro muy estricto: sólo pueden ingresar a sus charlas los mandos medios y bajos de la industria, los pequeños y medianos productores y los encargados de riego de los grandes agricultores. No así los ingenieros agrónomos.

## Enrique Gaitán, Valle del Tránsito



Enrique Gaitán cultiva 10 ha de uva Flame y Superior que exporta a través de exportadora Agrofrío. De todas las charlas del Nodo de Riego sólo ha faltado a una.

“He aprendido mucho. Mientras más información, mejor para tomar decisiones. En la actualidad yo todavía estoy regando al ‘ojímetro’. Hago una calicata y miro. Lo más probable es que estoy perdiendo mucha agua y mucho fertilizante”, manifestó. “Ahora estoy trabajando para hacer mi fertilización sobre la base de lo

que he aprendido. Afortunadamente para nosotros el curso se hizo en invierno y lo nuestro se inicia con la brotación. Con lo que he aprendido ya he tomado algunas notas para ver cómo voy a fertilizar: la cantidad de fertilizantes que voy a aplicar a través del riego durante los diferentes estados fenológicos de la planta. A veces uno aplica 100 unidades de nitrógeno. ¿Pero cuándo las coloco? ¿Inicio de brotación, postcuaaja? Los cursos me han orientado para saber en qué fase aplicar”, concluyó.

## Guillermo Iriarte, del Valle de Huasco

Guillermo Iriarte ha asistido a casi todas las clases del Nodo. Heredó el terreno de su padre y éste de su abuelo, que llegó de España hace 100 años. “Tengo 4 ha de uva de exportación, tengo además una hectárea de uva pisquera. Exportamos la uva de mesa a través de la exportadora Santa María. En el Nodo he aprendido mucho de riego. Antiguamente regábamos demasiadas horas. Ahora no, por lo



que hemos ahorrado en energía y fertilizantes. Estos cursos son muy auspiciosos”, contó.

Iriarte relató que hasta antes del Nodo casi no tenía acceso a información de riego: “Nos enterábamos de algunas cosas por unos amigos con los que conversaba. Ahora en cambio estamos aprendiendo de aspectos específicos. Además nos ha ayudado mucho el embalse Santa Juana ya que antes del 97 regábamos en turnos de 12 días y de siete días. Entonces las plantas no aguantaban”.

## Francisco Larraín, Valle de San Félix



Francisco Larraín tiene 5 ha uva de mesa Red Globe. Manifestó que el año pasado tuvo una buena producción ya que sacaron 4.000 cajas/ha —de buen calibre— en Red Globe para exportación. “He aprendido mucho, pero más que nada he tenido que corregir lo que veníamos haciendo”, y sobre el riego afirmó no saber cuánta agua utiliza: “No hemos bajado el volumen de agua porque tenemos un suelo muy pedregoso y con mucha arena, muy difícil de saturar y no hay problemas de asfixia de raíces”.

El techo para poder participar en las charlas es ser técnico agrícola y la razón es simple según contó Rodrigo Callejas: "Cuando accede gente altamente especializada como los agrónomos, las charlas se vuelven demasiado técnicas, muy elevadas, y el regante no experto se inhibe de preguntar y no aprende".

Rodrigo Gálvez se ha dedicado al Nodo de Riego desde que partió en enero. "Hice mi tesis de grado en dos temporadas acá en la Región de Atacama sobre instrumentos que miden el estrés hídrico en la planta para asociarlo al control del riego", contó a Chileriego.

Gálvez detalló los principales objetivos del Nodo: "Consiste en difusión y transferencia tecnológica para aumentar la eficiencia en el uso del agua de riego. Se hace a través de una serie de charlas expositivas, entregamos los cono-

cimientos básicos de clima, planta y suelo para ver las variables que afectan el riego. Además en los talleres de campos mostramos la tecnología que se usa para monitorear el riego. Todo nació de un diagnóstico que hicimos sobre los dos valles. Los índices de uso del agua en estos valles hablan de 18 mil metros cúbicos por hectárea para uva de mesa al año, siendo que la literatura señala que debería andar entre 6.500 y 7.000 metros cúbicos por hectárea. Hay diversos problemas que derivan de que el agua se infiltre ya que, además de agua, se desperdicia electricidad y fertilizante. Todo porque se riega sin ningún índice objetivo. Nosotros trabajamos con instrumentos que miden el contenido de agua —o estado hídrico— en la planta, como la bomba de Scholander. También medimos las variables atmosféricas con estaciones meteorológicas y calculamos factores



climáticos como el déficit de presión de vapor. Para monitorear la humedad en el suelo trabajamos con la tecnología de sonda de capacitancia, FDR (Frequency Domain Reflectometry), y TDR (Time Domain Reflectometry).

Gálvez relató que han percibido que los asistentes ya han integrado algunos aspectos de

importancia: "Han tomado conciencia de que están regando mal. Por ejemplo, tiempos de riego demasiado largos en suelos que no retienen mucha agua, o riegos muy frecuentes en suelos que sí retienen el agua. Todos esos errores afectan la maduración, el tiempo de cosecha y la calidad de la fruta, sobre todo en las variedades

## INSECTOS... AHORA SOLO EN SU IMAGINACION



# ENGEO®

El reemplazo natural de insecticidas tradicionales

Controla insectos que atacan hortalizas y cultivos con gran poder de volteo, largo período de control y mayor seguridad para el aplicador.

Lea siempre la etiqueta antes de usar el producto. Entregue los envases vacíos con Triple Lavado en los Centros de Acopio AFIPA. 

Para mayor información contacte a nuestros representantes zonales o llámenos al (02) 941 0100.

© Marca registrada de una compañía del grupo Syngenta.

[www.syngenta.cl](http://www.syngenta.cl)



de color. Cuando yo hice mi tesis con riego deficitario controlado (RDC) usando menos agua en Red Globe logré adelantar 15 días la cosecha, sólo regando menos. Eso es clave”.

Rodrigo Callejas añadió: “Estamos trabajando hartito en terreno, ya no tanto en la sala. Vamos a visitar a los productores, estamos haciendo un diagnóstico con todos ellos para ver cómo se comportan sus sistemas de riego, sus bombas y las descargas de los emisores. Estamos comprobando cuántas personas tienen estaciones meteorológicas y evaluando si las bandejas de evapotranspiración están en buenas condiciones o en mal estado. Hay un climatólogo que está trabajando en la generación de un modelo para estimar y zonificar la evapotranspiración de los dos valles, un aspecto que es básico para un productor que riega”.

## Clima, Planta, Suelo y Sistemas de Riego

El Nodo de Riego se dividió en cuatro capítulos: Clima, Planta, Suelo y Sistemas de Riego, y para

cada uno de ellos se realizan distintas charlas (ver recuadro). Las charlas, todas sin costo para los asistentes, se imparten en general en los dos valles por profesores de Uchilecrea o especialistas invitados.

En el caso del clima, los expertos han ilustrado a la gente sobre conceptos como temperatura, humedad atmosférica y precipitación, radiación solar, viento y evapotranspiración, partiendo de lo más general, como la diferencia entre clima y tiempo, pasando por las características del agroclima de la Tercera Región, hasta llegar a conocimientos más complejos y aplicados, como los requerimientos de agua de cada cultivo o las temperaturas críticas a las que se produce daño por heladas en las principales especies cultivadas.

En lo relacionado a la planta y su fisiología, se han explicado las funciones de la hoja como regulador hídrico, señalando por ejemplo la importancia de los estomas, o cómo influyen la temperatura, la luz y el viento en el estado hídrico de la planta.

En el caso del suelo se han efectuado diversos talleres prácticos para entender el rol del suelo



en la determinación de la frecuencia y el tiempo de riego en zonas áridas, todo con el apoyo de sensores de medición de humedad y sales en el suelo como por ejemplo los equipos TDR (Reflectometría en el Dominio del Tiempo) o FDR (Reflectometría en el Dominio de la Frecuencia).

En lo referente a los sistemas de riego se ha conversado sobre los principales errores en el diseño –por ejemplo las fallas en el número de emisores por planta– o el porcentaje óptimo de suelo mojado; también se han explicado las ventajas y desventajas de distintos materiales y componentes usados para regar, con el objetivo de que los agricultores sean capaces de adquirir los equipos que realmente necesitan.

## Sondas de capacitancia Regantes de Atacama se abren a incorporar tecnología

Chileriego asistió junto a productores de Copiapó y Huasco a dos charlas en terreno donde se explicó los beneficios del monitoreo de humedad mediante sondas FDR. Los agricultores vieron la necesidad de complementar las tradicionales calicatas con estos métodos de medición de la humedad en el perfil de suelo.

El ingeniero agrónomo especializado en riego, Alejandro Diestre, ofreció dos charlas sobre el uso

de la sonda de capacitancia (FDR: Frequency Domain Reflectometry, ver recuadro) para determinar el contenido de agua en el perfil del suelo, con el fin de integrar esta tecnología en los predios de los valles de Copiapó y Huasco. En las actividades también participó el ingeniero agrónomo Dr. Rodrigo Callejas, director del programa Uchilecrea.

Callejas valoró el trabajo con esta tecnología que se ha ejecutado con los productores de ambos valles: “Partimos dándole un 90% de importancia a las calicatas y un 10 % a las sondas, hoy eso se invirtió. En campos donde se hacían calicatas todos los miércoles, el año pasado optamos por hacer sólo tres calicatas en la temporada para compararlas con lo que nos decía el equipo. Los resultados con este control de riego tecnológico fueron inclusive mejores, por ejemplo en el color en las variedades rojas. Se puede tener un parrón con un potencial de 3.200, 3.500 cajas, pero con el sobre riego se baja a 1.800, 2.000 cajas”. Y agrega Diestre: “Éstas tecnologías son un excelente complemento y evitan las calicatas semanales”.

## Experiencias de los regantes

A las charlas asistieron 25 regantes. En Copiapó la charla se efectuó en el campo de Carlos Bordolf, en 20 ha de uva de mesa. En su caso, como en el de los de-

### ¿Por qué uva de mesa y cómo se hace?

Rodrigo Callejas explicó la razón de enfocarse principalmente en uva de mesa: “Estudiamos la región para saber en qué nos involucrábamos y al final resolvimos que fuera uva de mesa porque había una gran necesidad de ser más eficientes en el consumo de agua y eso se logra capacitando a la gente”.

El objetivo es que la gente se mantenga aprendiendo porque el trabajo debe ser consistente: “Nosotros hemos ido entregando todo el material del Nodo. Hacemos las charlas, las fotocopiamos, entregamos CDs. En paralelo estamos armando un manual a través del cual vamos a mandar tareas a los productores. La idea es que ellos tengan un manual

con el que autocalificarse. Todo esto apunta al ahorro de agua, de dinero, de energía. Y estamos trabajando para ello con tecnología: sondas de capacitancia, equipos para evaluar las plantas. En España esto es cosa del día a día”.

Todavía queda 2009. El 25 de noviembre próximo los ingenieros agrónomos Dr. Julio Haberland y Dr. Rodrigo Callejas realizarán la actividad: “Transferencia de tecnología y difusión sobre la factibilidad técnica y económica de la utilización de ductos (canales) entubados para la conducción y distribución del agua permitiendo el uso eficiente de la energía y agua de riego”.



Demostración de uso de sondas en terreno.

más campos experimentales, está instalada la sonda Diviner 2000, que es un sistema portátil de medición de la humedad del suelo (ver recuadro). Carlos Bordolf comentó: “Empezamos a monitorear un poco antes de cosecha y tuvimos lecturas que nos ayudaron a saber cuánto regar, pero como estábamos avanzados en la temporada, las consideramos datos experimentales. Creo que debemos seguir probando”.

Gonzalo Moreno, agricultor del valle de Copiapó, tiene 120 ha de aceitunas que vende a una exportadora. “Antes de venir a esta charla ya estaba en conversaciones para comprar una sonda, pero encontraba caros los tubos de PVC que se utilizan. Ahora sé que hay alternativas más baratas en el mercado nacional”.

Francisco Porcile es otro de los productores en cuyo predio se ensayan las sondas de capacitancia,

### ¿Qué tipos de sondas se utilizan?

En Atacama se está ensayando con la sonda portátil Diviner 2000, aunque en las charlas se habló también de las sondas de monitoreo continuo. Alejandro Diestre explicó que “ambas hacen lo mismo. La diferencia está en que el Diviner puede medir hasta 99 puntos diferentes ya que es portátil. En general prefiero la continua: muchos menos puntos pero con mucha información. Pero para investigación, el Diviner es super operativo”.

la que se instaló en noviembre. Cultiva 45 ha de uva de mesa. “Estamos haciendo mediciones pero todavía no tenemos datos representativos. Yo riego por calicata, pero creo que debemos incorporar tecnologías como la de las sondas”. **CR**

## EMPRESAS

# TECNOAGRO S.A. realiza gira técnica a EEUU junto a grupo de clientes

La gira técnica comenzó en la fábrica TORO Ag (San Diego CA) donde se realizaron actualizaciones técnicas junto a todo su equipo técnico. Luego se desarrollaron actividades prácticas donde se hicieron visitas a campos en las zonas de Santa María, Salinas y San Francisco.

Por parte de **TECNOAGRO S.A.** fue el Sr. Pablo Fernández Z. En Toro Ag fueron recibidos por Timothy Young, General Manager y todo el equipo técnico. Las salidas a terreno fueron realizadas en conjunto con John Ayres, District Sales Manager Coastal California TORO Ag.

**TECNOAGRO S.A.** está replicando este modelo exitoso a otras áreas donde la especialización y buen servicio son claves para el éxito de sus clientes. **CR**



# ✓ Su tarea aún es colosal

# Éxitos y desafíos de la Mesa del Agua de Copiapó



Foto del embalse Lautaro seco el verano de 2007. Se teme que en enero podría quedar igual.

Que se postule una reforma constitucional sobre el agua en parte es fruto de lo que ocurre en Copiapó y de las gestiones de su Mesa del Agua. Uno de sus grandes temores a corto plazo es que se termine de vaciar el embalse Lautaro en enero. Para el caso ya se está habilitando un canal by pass para evitar el deteriorado embalse.

*Alejandro Pardo*



*Angélica Osorio.*

vias mediante bombardeo de nubes, fueron las señales clave.

A esto se suma el anuncio en septiembre del ministro de OOPP Sergio Bitar de una reforma para incluir en la Constitución de la República al agua como un bien nacional de uso público.

Justamente el valle de Copiapó fue la principal causa de que el tema cobrara esta importancia. Las propias autoridades han reconocido el sobre otorgamiento de derechos de agua en la cuenca. Según los datos oficiales (DGA), este otorgamiento alcanza a la fecha a 18.700 l/s en circunstancias que la recarga promedio anual de la cuenca completa es de sólo 4.000 l/s. En tanto que la extracción anual hoy es de 6.500 l/s. O sea hay un sobre otorgamiento de 14.700 l/s y un sobre uso de 2.500 l/s. Sin embargo, la cuenca de Copiapó se encuentra cerrada para nuevos derechos, según Katherine Ferrada, Directora de la DGA de Atacama.

En este escenario adverso un pilar importante ha sido la Mesa

La crisis hídrica de Copiapó desde hace tiempo viene captando el interés del Gobierno Central. Pero este año, Julio fue un mes clave. Reportajes de investigación en la prensa de Santiago, la visita a Copiapó de los ministros de Minería y Economía del gobierno, que se interiorizaron de las labores del Nodo de Riego de la U. de Chile, el anuncio de un plan de riego con financiamiento público-privado para los próximos cinco años valorado en 12.000 millones de pesos, y la continuación de un programa de estimulación de llu-

del Agua de Copiapó, creada el año 2007 e integrada por todos los usuarios de la cuenca quienes una vez al año se reúnen en la Asamblea General para enterarse del balance del año e informarse de los objetivos de la próxima temporada.

Sobre la Asamblea se sitúa el Consejo Directivo, que es el órgano que toma las decisiones y que está integrado por 21 miembros: 7 del sector público (representantes del MOP, el MINAGRI, CORFO, entre otros), 7 del sector privado (minerías, agricultores, organizaciones de usuarios, y que son quienes tienen los derechos de agua) y 7 del sector social (donde está la Coordinadora Regional para la Defensa del Agua y del Medio Ambiente –CRDAMA–, la CUT, organizaciones indígenas, organizaciones de vecinos, municipalidades, etc.). Los integrantes del Consejo Directivo duran dos años en el cargo y son reelegibles.

Este Consejo Directivo cuenta con un Comité Técnico asesor integrado por los mismos sectores arriba mencionados y todos con la misma cantidad de miembros. Este Comité Técnico es el encar-

gado de analizar y elevar informes al Consejo Directivo para que sus 21 representantes adopten decisiones por mayoría simple.

### Los éxitos de Copiapó

La Mesa del Agua de Copiapó ha sido una de las pioneras en Chile y se ha inspirado en experiencias de México, España, Perú y Australia. Un paso estratégico de la Mesa de Copiapó, según Katherine Ferrada, ha sido incidir directamente en el proyecto de reforma constitucional presentado por el ministro Bitar, uno de cuyos puntos propone “establecer corporaciones administradoras de cuencas, que fortalezcan y velen por una gestión integrada de las cuencas, las que serán organismos públicos, con personalidad jurídica y patrimonio propio”.

Katherine Ferrada explica: “Ese punto se inspira en lo que como Mesa del Agua le planteamos al Comité de ministros del agua: la urgente necesidad de contar con recursos para la Mesa y con un respaldo legal para tomar decisiones que sean respetadas”. El citado comité de ministros se re-



Estado del embalse Lautaro en junio pasado cuando acumulaba 6,4 millones de m<sup>3</sup>.

fiere al Comité Interministerial de Recursos Hídricos constituido en octubre del presente año y cuyo fin es enfrentar la problemática del agua. Lo integran los ministros del Interior, Hacienda, OOPP, Agricultura, Planificación, Medio Ambiente y Energía.

Otro logro de la Mesa de Copiapó fue gestionar el convenio de riego de cinco años de duración: un paquete de 12 mil millones de pesos cofinanciado por el sector público y el privado dentro del marco de la Ley de Fomento al Riego. El sector privado, en este caso la pequeña y mediana agricultura, aportó alrededor de 2.500 millones de pesos que deberán ser

financiados a lo largo de los cinco años que dura la implementación del convenio, según detalla Ferrada. El resto de la plata la aporta el Estado.

Ricardo Santana, Seremi de agricultura de Atacama, estima “que el convenio va a beneficiar casi al 90% de los usuarios de la cuenca y principalmente a los pequeños agricultores, que eran los más afectados por esta situación de crisis”.

Las platas serán destinadas, entre otras cosas, a la canalización de las aguas evitando así, por ejemplo, las grandes pérdidas que se producen en la parte alta de la cuenca; al mejoramiento del mo-

## Para la minería la alternativa es desalar

Junto con la constitución del Comité de Ministros del Agua, el ministro de OOPP, Sergio Bitar, declaró: “Todas las mineras de aquí en adelante deben hacerlo (mitigar el uso del agua con medidas como la desalación) y lo mismo hemos planteado para los grandes proyectos agrícolas. Esto último está más difícil, hay más reticencia, pero a largo plazo debe ser así”.

Como un caso que muestra que esto ya es una tendencia, Bitar citó el caso del proyecto minero Cerro Negro Norte, de la Compañía Minera del Pacífico, filial CAP. La mina de hierro, situada a 30 km al norte de Copiapó y que se encuentra en la última etapa de su evaluación ambiental, presentó un conjunto de medidas voluntarias

para mitigar el uso de agua. Estas son entre otras:

- uso de agua desalada en un 50% de lo requerido para la producción.
- extracción máxima de 60 l/s de los pozos
- consumo máximo promedio anual de 54,3 l/s
- monitoreo de 17 pozos de observación y 4 de extracción en línea con la DGA

El proyecto Caserones, otra de las inversiones mineras gigantescas de la región, ha sido más polémico. Actualmente la autoridad evalúa un proyecto que considera la reutilización del 80% del agua necesaria para el proceso.

En el caso de la desalinización para

Copiapó, Carlos Araya, de la Coordinadora por el Agua, comenta: “Llegar acá con un metro cúbico desalinizado cuesta como \$US2,5. Y una planta te debe costar \$US200 millones. Un agricultor que use 10 mil m<sup>3</sup> de riego por há., si le sumas \$US2,5 a su costo, son 25 mil dólares. Y tienes una rentabilidad que es de seis mil, siete mil dólares. Si su destino fuera el consumo humano, estarías subiendo un 300, 400% el costo. Si las zonas costeras o Copiapó están pagando poco más de un dólar, los harías pagar por metro cúbico casi cuatro dólares”.

La Seremi de OOPP de la Tercera Región, Mirtha Meléndez, señala: “El uso del agua desalinizada en la agricultura debe ser muy bien estudiado

porque se deben manejar cultivos altamente rentables para que sea un buen negocio, además el costo depende de la longitud y altura desde el nivel del mar al lugar en que se necesita el recurso”.

Y agrega: “Creo que incorporar agua desalada a la cuenca del río Copiapó es muy importante. Una medida concreta debe venir de la inversión minera y de subsidios al sector agrícola y al agua para las ciudades de Caldera, Chañaral, Copiapó y Tierra Amarilla... El Estado está en una avanzada para estudiar sistemas de financiamiento para la construcción de plantas desaladoras y encontrar una salida técnica, económica, legal y ambiental”.

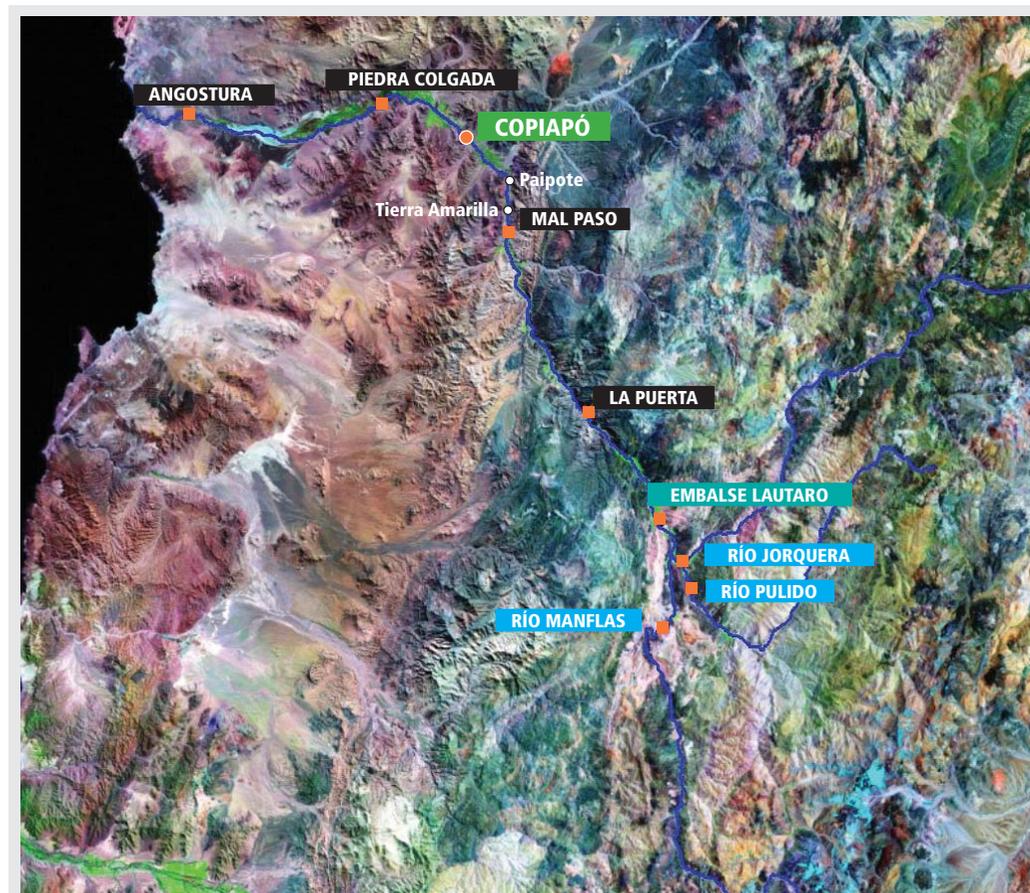
nitoreo para controlar las aguas que se extraen, tanto superficiales como subterráneas; la mejora en la fiscalización; obras anexas al embalse Lautaro; y, en general, a obras de riego y gestión de la cuenca.

Otro de los impulsos de la Mesa ha sido el programa de generación de lluvias a través del bombardeo de nubes con yoduro de plata. El programa, que lleva un año y medio ejecutándose, fue financiado en partes iguales entre el sector público y el privado. Hoy, los resultados de la temporada invernal del programa están siendo evaluados por el INIA, sin embargo, hay coincidencia entre los expertos en un posible aumento de 15% de precipitaciones, lo que es muy significativo para la cuenca.

## Los desafíos de la Mesa del Agua

Las tareas de la Mesa, sin embargo, son colosales. Actualmente el sector más afectado es el 4, que va desde el sector de Mal Paso a Copiapó, que es donde están los pozos de la empresa sanitaria y donde además existe una fuerte demanda por faenas mineras de importancia. También, según Ferrada, están muy afectados los sectores 5 y 6, es decir parte baja del valle, porque allí el río ya no corre y no hay recarga. Zona en que se evidencia una baja sostenida de las napas.

La situación podría volverse un pequeño infierno si las proyecciones de riego de la temporada 2009-2010 de la DGA se cumplen: en enero podría quedar vacío el embalse Lautaro. Al 1 de octubre el embalse tenía 5 millones de  $m^3$ . En la misma fecha de 2008 contaba con 10 millones de  $m^3$  y el promedio histórico para la fecha es de 13 millones. "Actualmente se están realizando obras para usar un canal perimetral que se salte el embalse pasando direc-



Agua caída en Copiapó al 30 de septiembre de 2009:

4,3 mm de agua

Promedio histórico al 30 de septiembre:

12,7 mm

Déficit:

66%

Capacidad del embalse Lautaro:

35 millones de  $m^3$

Al 30 de septiembre, acumulaba 4,7 millones de  $m^3$ .

Promedio histórico para esa fecha:

12,9 millones de  $m^3$

Caudal medio de Río Copiapó sector La Puerta en septiembre:

1,1  $m^3/s$

Caudal promedio en septiembre:

2,1  $m^3/s$

Caudal mínimo histórico:

temporada 70/71 con 1  $m^3/s$

tamente el agua al río evitando así la infiltración. La Intendenta mandató al INDAP para que coordine las acciones tendientes a encarar el escenario", contó Kattherine Ferrada. Por otro lado, las napas subterráneas disminuyen 9 metros al año.

Angélica Osorio, de la Asociación de Productores y Exportadores de Copiapó (APECO), que integra el Consejo Directivo de la Mesa del Agua, agrega: "Hay más proyectos mineros en carpeta y los mineros saben que los derechos de agua que se están transando son de papel. Va a llegar el minuto en que van a empezar a comprar los

terrenos con las aguas para asegurarse de que efectivamente las van a poder ocupar. Y ahí vamos a pasar a una segunda fase en que va a haber una disminución de la superficie agrícola".

Por su parte, Carlos Araya, de la CRDAMA, cree que "el Estado chileno debe solucionar el tema de la desalinizadora con un subsidio que es súper engorroso. Con ella tendríamos 150 l/s, pero no se soluciona el problema de Copiapó. Los que beben agua en la cuenca son 200 mil personas: 750 lt/seg. Recapitulemos: el déficit hoy es de 2.500 l/s. Si juntas agua desalinizada más eficiencia en el uso del

agua, podríamos llegar a un déficit de unos 1.200 l/s. Después hay obras de infiltración al acuífero para cuando llueva en zonas grandes como Paipote (6.000  $km^2$ ), más algunos pequeños embalses estratégicos. Para esas obras estamos hablando de una inversión de US\$600 millones, por lo que es una solución a largo plazo".

"Al respecto mi opinión es más conservadora, creo que las cifras que da (Araya) deben ser más estudiadas pues las realidades son distintas. Se debe analizar cada sector", explica la Seremi de OOPP de la Tercera Región, Mirtha Meléndez. **CR**

# NO SE PIERDA LA PRÓXIMA EDICIÓN DE CHILERIEGO

## ESPECIAL VI Simposio Internacional de Riego de Frutales y Hortalizas

A inicios de noviembre los principales investigadores de riego del mundo se reunieron en Viña del Mar para el evento más importante del mundo del riego: el VI Simposio Internacional de Riego de Frutales y Hortalizas. Se presentaron 170 trabajos y hubo conferencias magistrales sobre los grandes temas que afectan el riego de frutales y hortalizas:

- Novedades en el establecimiento de Coeficientes de Cultivos.
- Nuevas metodologías para medir el estado hídrico de las plantas y los balances hídricos.
- Sistemas de monitoreo satelital, nuevos instrumentos de control del riego.
- Sistemas de monitoreo y sensores.
- Inyección de oxígeno a los sistemas de riego.
- Evapotranspiración.
- Manejo del riego
- Programación del riego.
- Impacto del cambio climático en la agricultura regada.
- Las últimas novedades en Riego Deficitario controlado
- Riego con aguas salinas y recicladas.
- Sesiones especiales sobre riego en vides, manzanos, durazno, ciruelas, cítricos, paltos, olivos y cultivos.

Un evento organizado por la Comisión Nacional de Riego, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias y la Universidad de Talca, bajo el alero de la International Society for Horticultural Science (ISHS).

Chileriego publicará un completo especial sobre este Simposio, la mayor conferencia sobre riego que se ha realizado en Chile.

Suscríbase a Chileriego y no se pierda las principales novedades mundiales sobre riego.



Más información: [marketing@redagricola.com](mailto:marketing@redagricola.com) - Fono: 02-2635713

 **ITT** | Water & Wastewater

## Avanzados sistemas de riego

# Piense en ITT

Nuestras bombas LOWARA están presentes en el área agrícola, contribuyendo en la impulsión y distribución de las aguas con mayor eficiencia, calidad y ahorro de energía.

*Engineered for life*



### MAYOR INFORMACIÓN

Mail: [central.chile@itt.com](mailto:central.chile@itt.com)

Fono: +56 02 562 8600

Web: [www.ittwww.cl](http://www.ittwww.cl)

 **ITT** |  **Rental**

Santiago: +56 09 436 2040

Concepción: +56 08 596 9204

Antofagasta: +56 06 844 5890

 **FLYGT**

 **SANTAIRE®**

 **WEDECO**

 **LEOPOLD**

 **GOULDS PUMPS**

 **LOWARA**

Fortalecimiento organizacional

# Una década de apoyo a las Organizaciones de Usuarios de Agua

Artículo realizado con la colaboración de los periodistas Jorge Velasco C. y Huimicley Marchena M.



En el valle del Choapa se han realizado varios programas de fortalecimiento por la entrada en operaciones del embalse Corrales.

En los últimos diez años, la CNR ha desarrollado un importante trabajo técnico para el fortalecimiento organizacional, la capacitación y la productividad de los regantes. Más de 90 programas y cerca de cinco mil millones de pesos invertidos arrojan un balance valorado por las OUA.

Tras una década de apoyo a las Organizaciones de Usuarios de Agua (OUA), la Comisión Nacional de Riego puede mostrar resultados auspiciosos. Entre los años 2000 y 2009 ha invertido casi cinco mil millones de pesos en la implementación de 92 programas de fortalecimiento, capacitación, transferencia tecnológica, agricultura limpia y Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) entre las regiones de Antofagasta y De los Ríos. Ello los constituye en uno de los productos estratégicos de la CNR más valorados por los usuarios.

Los programas de fortalecimiento buscan ayudar a las OUA a asumir los desafíos de un mundo complejo. Según explican Antonio Muñoz, coordinador de la Unidad de Programas de la CNR, y Helen Bombrun, profesional de la misma. Las organizaciones se ven enfrentadas a diversos retos tanto externos como internos. Por una parte está la demanda y competencia por el recurso hídrico desde otros sectores económicos como la minería, la agroindustria y las empresas sanitarias. Y, al mismo tiempo, las organizaciones deben mejorar su gestión, administración, participación de los usuarios y desarrollo de la infraestructura para aprovechar mejor el agua.

Con el fin de ayudar a las OUA a hacer frente a estas demandas, la Comisión ha establecido diversas líneas de acción en la implementación de sus programas:



"Hoy contamos con regantes más informados y con más oportunidades de hacer una agricultura sostenible", comenta Juan Enrique Vallejos del Canal Bio Bio Negrete.

conducción y distribución con infraestructura asociada, calidad de agua, asesoría legal, asesoría organizacional y transferencia tecnológica y productiva. "Es muy raro que tengamos un programa en que se desarrolle un solo aspecto. Normalmente integramos diversos elementos como infraestructura, normas legales o transferencia tecnológica productiva. Y, además, tratamos de hacer una complementación entre los contenidos de los proyectos con el Programa Nacional de Ley de Fomento al Riego", explica Antonio Muñoz.

Después de diez años de intervenciones de la CNR, se ha construido una metodología de trabajo para la intervención de los territorios y el apoyo a las organizaciones. Ello se ha traducido en organizaciones más seguras y mejor preparadas, "Ésta es la oportu-

nidad que tienen, especialmente los pequeños agricultores, para aprender acerca de la importancia de estar bien organizados y capacitados para enfrentar un futuro cada vez más incierto y difícil, sobre todo en este valle”, dice Cristián González, gerente general de la Junta de Vigilancia del Río Copiapó y sus Afluentes, en alusión a un programa que la CNR está implementando en esa zona.

Casi mil quinientos kilómetros más al sur, en la Región del Bío-Bío, la Asociación de Canalistas del Canal Bío-Bío Negrete lleva años de buenas experiencias en esta materia ya que han trabajado en un diagnóstico participativo y en un plan estratégico de desarrollo, entre otros aspectos. “Para nuestra organización este proceso significó hacernos cargo y reconocer funciones antes ignoradas y que no necesariamente son responsabilidad de la Asociación, pero que en definitiva se traducen en apoyo al desarrollo local. Un segundo aspecto para rescatar es la abundante generación de relaciones, tanto interpersonales como interinstitucionales, que se obtienen de la ejecución de los programas de fortalecimiento. Lo que permite abrir la organización hacia el mundo público y privado, valorando y aprovechando de esos sectores sus colaboraciones en beneficio de todos los regantes. De gran importancia es la capacitación, la que nos ayuda a avanzar más rápido y que el actuar de la organización se realice sobre decisiones informadas, conocidas y entendidas por todos. Hoy contamos con regantes más informados y con más oportunidades de hacer una agricultura sostenible.”, comenta Juan Enrique Vallejos, administrador de la Asociación.

A su vez, en la Junta de Vigilancia de la 1ª Sección del Río Claro de Rengo, concluyen: “Los Programas de Fortalecimiento aplicados en nuestro territorio –dice Carlos Ortiz, su presidente– han sido de



enorme importancia, ya que han permitido capacitar al personal de las Organizaciones de Usuarios de nuestro sistema, como entregar conocimientos más específicos del riego, tanto en lo técnico como en lo legal”.

Gracias a logros como éstos y a la aplicación de un trabajo sobre principios técnicos comprobados, la CNR se ha consolidado como un referente válido para las organizaciones. “La Comisión es una institución que cumple los compromisos. Eso ha reforzado la confianza de los regantes con nosotros”, concluye Antonio Muñoz, coordinador de la Unidad de Programas.

### Fortalecimiento en Choapa Las organizaciones de usuarios se preparan para el Corrales

En el valle del Choapa junto con la entrada en operación del embalse Corrales, se ha desatado un proceso de transformación de la cultura organizativa de los usuarios del agua, en función de lo cual se han destinado importantes recursos a estudios y programas de fortalecimiento organizacional.

Gracias a los programas de fortalecimiento financiados por la CNR, en la actualidad existe

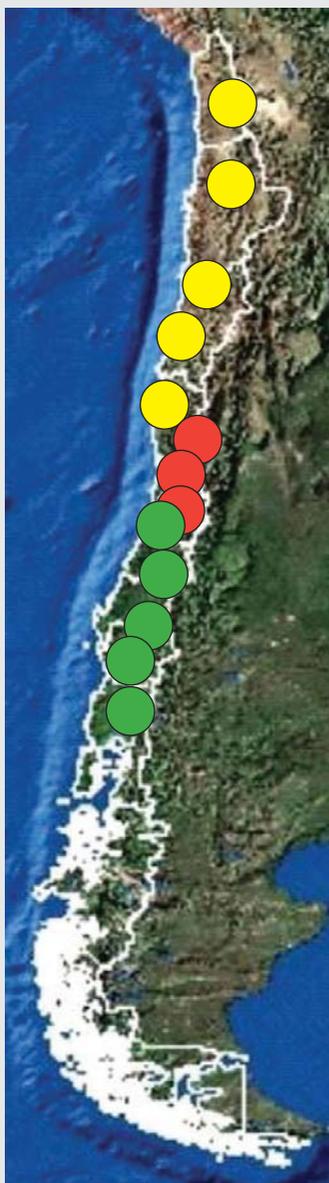
### De repartidor de aguas a celador



La transformación del oficio de celador en una profesión requiere de un proceso integral de desarrollo al interior de la organización de usuarios del agua a la que asisten. Así lo creen los 42 celadores de los ríos Choapa y Chalinga que participaron en el curso de capacitación impartido por el equipo técnico de la Junta de Vigilancia del río Choapa, en Salamanca, Región de Coquimbo, gracias al financiamiento de la CNR. Repartir el agua de riego puede ser un oficio ingrato cuando escasea y no se cuenta con la infraestructura necesaria para entregar a cada uno lo que por derecho les corresponde. En esos momentos difíciles abundan los conflictos entre los usuarios

y se pone a prueba la sapiencia de los celadores. La efectividad radica en conocer bien el canal que se tiene a cargo y, sobre todo, el carácter de los regantes. Así lo cree Manuel Ossandón, celador por 23 años del Canal Higueral del río Choapa. “En todos los canales hay personas conflictivas que no aceptan que se les corte el agua cuando no han pagado sus cuotas o reclaman porque se tienen que ampliar los días para el turno. Con ellos hay que saber lidiar y en eso también va el resultado de nuestro trabajo. Incluso con algunos que no siendo usuarios exigen que se entregue agua con el argumento de que a nadie se le puede negar la bebida”.

## Inversión en programas de fortalecimiento de las organizaciones de usuarios de agua (OUA), capacitación y transferencia tecnológica, desarrollados por la CNR entre el 2000 al 2009. Según macrozonas.



Más de 90 programas y una cifra cercana a los 5 mil millones de pesos de inversión, es el balance de la Comisión Nacional de Riego en una década de apoyo a las organizaciones de usuarios de agua del país.

Macrozona	Número de programas	Inversión (millones de pesos)
Norte	25	1.647,8
Centro (5ª a 6ª)	13	1.081,7
Sur (Maule al sur)	48	1.614,15
Nacional (interregional)	6	620,8
Total:	92	4.964,45

Fuente: División de Estudios y Desarrollo, CNR.

### ● Macrozona Norte:

De las 25 iniciativas financiadas, 22 corresponden a programas desarrollados en la región de Coquimbo, dos en la región de Atacama y una en la región de Antofagasta, en la comuna de San Pedro de Atacama. Destaca que del total, 13 de ellas corresponden a iniciativas del programa de "Comunas Pobres", que desarrollara la CNR entre los años 2002 al 2004. Para el 2010, la CNR tiene en carpeta para la región de Arica y Parinacota, en cofinanciamiento con el Gobierno Regional, tres iniciativas que se encuentran ingresadas al Sistema Nacional de Inversiones (SNI) de Mideplan, a la espera de obtener resultados.

### ● Macrozona Centro:

Se trata de 13 iniciativas entre la región de Valparaíso a

O'Higgins, 10 de las cuales se han localizado en esta última, región que posee la segunda mayor superficie de riego del país (después de la Región del Maule). 8 programas se han enfocado hacia el fortalecimiento de las organizaciones de regantes, principalmente de pequeños productores agrícolas, 3 han sido programas de agricultura limpia y buenas prácticas agrícolas y 2 de capacitación y transferencia tecnológica, con énfasis en la pequeña agricultura.

### ● Macrozona Sur:

En el sur, se han financiado 48 iniciativas entre la región de Maule a Los Ríos. El grupo mayoritario de programas se ha desarrollado en la región del Bio Bio, con 21 iniciativas, 10 de las cuales fueron programas de corta duración (menos de 1 año). En

segundo lugar, se financiaron 14 programas en la región de Maule, la mitad de los cuales fueron en territorios con problemas de pobreza y vulnerabilidad social (2002 al 2004).

### Programas de carácter Nacional o Interregionales:

Entre el año 2000 al 2009 se han realizado 6 programas con cobertura nacional, o que cubren las tres macrozonas a la vez. Se refieren principalmente a programas de capacitación de organizaciones de regantes (Código de Aguas y gestión del agua), preparación de consultores de la Ley de Fomento al Riego, desarrollo de habilidades y competencias en agentes de riego y extensionistas a nivel nacional, para mejorar el manejo y programación del riego.

un mayor desarrollo de la gestión de la Junta de Vigilancia del río Choapa y sus Afluentes; lo que se evidencia por la existencia de convenios con entidades públicas y privadas, destinados a fomentar la modernización de la infraestructura del riego, y el desarrollo organizativo y agroeconómico de sus asociados.

Alfonso Montenegro, presidente de la Junta de Vigilancia del río Choapa y sus Afluentes, cultiva

uva pisquera y nogales. Montenegro explica que los programas de fortalecimiento "eran una necesidad y que fue muy positivo que el Estado, a través de la CNR, se haya preocupado de esto". Afirmo que cuando el agua pasó a ser propiedad a los regantes se conformaron las comunidades de agua para repartir el agua de acuerdo a derecho y darle una estructura al manejo del recurso hídrico, "lo que no fue asimilado

por muchos regantes. No entienden que el agua debe ser repartida de acuerdo a derecho y que la administración del recurso tiene un costo. Si bien los reglamentos de las comunidades especifican que cuando un agricultor no paga sus cuotas se le debe cortar el agua, se les sigue entregando agua por no caer en conflictos con vecinos y potenciales litigios legales".

Según el Presidente de la Junta, los programas de fortaleci-

miento permitieron capacitar a los usuarios en todo lo que compete a las comunidades de agua, sus obligaciones y derechos. "Entendieron que el manejo del agua tiene costos y que éstos deben estar contemplados en su presupuesto anual. Ahora saben que la Ley faculta a la directiva, cuando alguno no cumple con lo establecido en los estatutos, para aplicar sanciones. Además se hizo hincapié en que es deber de todos participar



Junto con la entrada en operación del embalse Corrales se ha desatado un proceso de transformación de la cultura organizativa de los usuarios del agua en el valle del Choapa.



en algún momento en el directorio”.

Pero lo más complicado para Alfonso Montenegro, fue que los regantes comprendieran el significado e importancia del nuevo embalse. “Gran parte de nuestros usuarios son pequeños parceleros con una agricultura muy poco rentable, incluso con un 50% de praderas naturales. Hay que hacerles entender que ante la oportunidad que representa esta gran obra de riego, el embalse Corrales, deben reconvertirse y rentabilizar su agricultura para enfrentar el traspaso

y asumir la administración, el mantenimiento y pagar el costo que les corresponde”. Los tenedores de derechos de agua tienen prioridad para acceder a la seguridad de riego del embalse pero es un acto voluntario e involucra deberes y compromisos pecuniarios.

El agricultor Mario Pizarro posee un predio de 5 ha ubicado en la comuna de Salamanca, localidad de El Tambo, donde cultiva nogales, uva pisquera y pecano (una especie de nuez). Este pequeño agricultor tiene derechos de agua en el canal Caracha, co-



“Tengo confianza en que luego del programa de fortalecimiento, ninguno se va a perder la oportunidad del embalse Corrales”, afirma el agricultor Mario Pizarro.

munidad de aguas integrada por 200 regantes (con 400 acciones) y que dispone de un celador.

En la actualidad Mario Pizarro tiene preparado el terreno para completar la superficie frutícola de su predio, pues está listo para continuar plantando nogales. “La seguridad de riego del embalse Corrales es algo muy importante para nosotros. Para pensar en cultivar frutales y en mejorar mis ingresos necesitaba la seguridad de riego del 85%, de otra forma no

### Tipología de programas financiados entre el 2000 al 2009 por la CNR:

Los programas de fortalecimiento organizacional son iniciativas que, previo un diagnóstico participativo con las organizaciones de usuarios de agua (comunidades de agua, asociaciones de canalistas y Juntas de Vigilancia), abordan el mejoramiento de la gestión interna, para que administren su organización e infraestructura de riego extrapredial de la mejor forma posible. Además, se refuerzan aspectos legales tales como los derechos de agua y la constitución de comunidades de agua, entre otros aspectos. Muchas de estas actividades se desarrollan en zonas en que, como en Choapa, el Estado ha construido grandes obras de riego.

estaría haciendo estos camellones. La mayoría de los parceleros estamos listos para firmar y creo que aquellos de mis vecinos que aún no están convencidos, cuando vean que firmamos, se van a subir al carro. Si no, imagínese cuando estemos con el río al 40-50% y algunos tengamos derecho al 85%. Considero que es mi labor, como parcelero, explicar ‘yo me voy a meter porque esto me conviene...’ y tengo confianza en que luego del programa de fortalecimiento ninguno se va a perder esta oportunidad”.

“Nos ha servido mucho el Programa de Fortalecimiento de la CNR ya que ahora podemos conversar entendiendo mucho más la situación legal”, continúa Pizarro. Para este agricultor es clave que las 400 acciones de agua que transporta su canal se incorporen al embalse, tal como se enfatizó en el Programa. “Personalmente sigo trabajando para que todos se incorporen al embalse y para nosotros es muy importante que estos programas de fortalecimiento continúen”, afirma. **CNR**

Conviene identificar en qué áreas del riego tecnificado se puede aumentar la eficiencia, ya que el costo de la energía se va incrementando.

Aquí entregamos las claves para acceder a instrumentos de Corfo, como el Programa de Preinversión en Eficiencia Energética y el Crédito Corfo de Eficiencia Energética, y abordamos aspectos de la tarificación eléctrica, el manejo del riego en cultivos y la capacitación.

Tópicos que se trataron en el seminario de eficiencia energética realizado por la Pontificia Universidad Católica.

Por Alejandro Pardo

## Riego eficiente

# Qué debemos saber para ahorrar en electricidad



El año 2006 el Programa País Eficiencia Energética (PPEE) hizo una encuesta en el sector industrial donde quedó establecido que en casi la mitad de los casos no existía un responsable del uso de energía y en menos del 10% de las empresas se había hecho alguna vez un diagnóstico energético en sus instalaciones. Fruto de ello nació el Programa de Preinversión en Eficiencia Energética (PIEE) con cofinanciamiento público-privado a través de InnovaChile de Corfo.

El PIEE permite a los empresarios contratar asesores profesionales para realizar estudios o auditorías para cuantificar los posibles ahorros de energía y determinar un plan de mejoras, ya sea mediante correcciones simples o proyectos de inversión. A este instrumento pueden acceder todas las empresas con ventas anuales de

hasta UF 1 millón y financia hasta el 70% de las consultorías con un tope de 6 millones.

En el caso de un predio agrícola, el asesor verificará si la opción tarifaria eléctrica es la correcta, si las bombas y válvulas son las adecuadas, si el sistema de riego está bien diseñado, si los empalmes son los correctos, etcétera.

Para postular a este financiamiento hay que contactarse con algún agente de Corfo (hay 15 oficinas a lo largo de Chile) o con los intermediarios que éste tiene en el país (la lista de agentes operadores está en [www.corfo.cl](http://www.corfo.cl)). Ellos entregarán al solicitante una lista con los documentos que debe presentar al banco y el formulario de solicitud. En segundo lugar hay que elegir un consultor acreditado en el Instituto Nacional de Normalización (una lista de



El PIEE financia hasta el 70% de un análisis de consumo con un tope de 6 millones.

consultores en [www.inn.cl](http://www.inn.cl)), que será el responsable de realizar el estudio de preinversión en eficiencia energética.

Darío Morales, coordinador del área de energía de InnovaChile, explica: "El solicitante debe pedir al banco el dinero para el financiamiento a través del crédi-

to Corfo de eficiencia energética. Si el solicitante cumple con todos los requisitos, el banco va a Corfo quien le pasa la plata en condiciones financieras preferentes, las que el banco debe replicar al productor que se adjudicó el crédito”.

“Tanto el agente operador como el consultor deben ayudarle al solicitante a desarrollar toda la información que el banco va a requerir para hacer una evaluación comercial del préstamo. El banco exige que la persona a la cual se le va a prestar el dinero sea sujeto de crédito y exige que el proyecto esté bien detallado. Ese detalle técnico del proyecto puede ser justificado a través del estudio que financiamos en la etapa de preinversión”, puntualiza Darío Morales.

No es lo mismo ahorro que eficiencia. Y este principio es valioso a la hora de postular a alguno de los instrumentos de financiamien-

to. El ahorro se refiere al consumo de menos energía sacrificando la realización de ciertas actividades o afectando su frecuencia, y que es un concepto que en rigor debería asociarse a períodos de escasez y/o racionamiento. En cambio, el uso eficiente de energía eléctrica en particular y de combustibles en general, pretende mantener el nivel de los bienes producidos sin sacrificar su calidad.

La consultoría financia la auditoría de la eficiencia energética, el diseño de un plan de eficiencia considerando costos, beneficios y plazos, y la elaboración de un proyecto de inversión para ejecutar medidas basándose en los puntos anteriores.

A este subsidio se puede postular durante todo el año. Y la respuesta desde el momento en que la postulación está en manos del agente operador tarda aproximadamente un mes. El plazo para

ejecutar el proyecto no debe superar los cuatro meses.

### Otra línea de financiamiento Corfo

La línea se denomina Crédito Corfo de Eficiencia Energética y pueden postular empresas con ventas anuales no superiores a 1 millón de Unidades de Fomento (U.F) excluido el IVA. También pueden postular empresas nuevas cuyas ventas anuales esperadas de los tres primeros años no superen el millón de U.F. excluido el IVA. Consiste en un crédito a largo plazo o leasing bancario. Los recursos pueden destinarse a la adquisición de maquinarias y equipos, la ejecución de construcciones, instalaciones y obras civiles, servicios de ingeniería y montaje o similares, y al financiamiento del capital de trabajo asociado a dichas inversiones.

El solicitante debe presentar su proyecto de inversión al banco indicando cómo se utilizarán los fondos y cuáles serán los flujos de retorno de la inversión. En este caso el postulante debe acercarse directamente a los bancos que otorgan este crédito (Banco Bice y Banco Security) y puede pagarle a un consultor para que le ayude en su elaboración. No necesita pasar por un operador de Corfo.

El monto máximo del crédito es de 25.000 U.F. otorgables también en dólares, a tasas de interés fija y con plazos de pago de entre 2 y 12 años y períodos de gracia de hasta 30 meses. La empresa puede solicitar hasta el 30% del total del financiamiento para costear el capital de trabajo.

El banco evalúa el riesgo y la viabilidad comercial del proyecto y solicita el financiamiento a Corfo, que lo somete a una nueva evaluación según sus criterios energé-



Muy pronto,  
los Lepidópteros serán  
un objeto de colección.

**Dipel**  
WG

- Insecticida biológico.
- Comprobada eficacia contra larvas de lepidópteros.
- Permitido su uso durante la cosecha.
- Certificado de uso en agricultura orgánica.
- No afecta a los enemigos naturales.

Resolución SAG n° 4074. Producto recomendado para el control de *Lobesia Botrana*.



ticos. Desde que el banco envía la solicitud hasta que Corfo resuelve sobre su viabilidad transcurren tres semanas siempre y cuando el proyecto cumpla con los requisitos.

## El regante puede elegir su tarificación eléctrica

Los clientes se pueden clasificar de dos maneras: clientes libres y clientes regulados. Los clientes libres son los que demandan grandes potencias, lo que es obligatorio para potencias conectadas mayores a 2.000 kW y opcional para potencias conectadas de entre 500 y 2.000 kW. Esta categoría negocia su contrato de electricidad con las generadoras o con las distribuidoras. Los clientes libres son los más afectados por las alzas de costos en el suministro eléctrico, ya que pagan precios muy superiores que los clientes regulados.

Los clientes obligatoriamente regulados son quienes utilizan una potencia menor a 500 kW y su tarifa es establecida por la autoridad sectorial. Esta categoría agrupa a la mayoría de los consumidores, sean domésticos o empresas.

Los clientes que utilizan potencias entre 500 y 2.000 kW son llamados "los regalones" porque pueden optar entre ser libres o regulados. Es decir, para los regantes que usan una potencia dentro del rango señalado, la mejor opción es mantenerse como clientes regulados con contratos de duración no superiores a 4 años. Se estima que el 2012 el escenario de costos para los usuarios del sistema eléctrico en Chile podría cambiar con la entrada de nuevos proyectos, lo que permitiría comparar las tarifas reguladas con lo que ofrezca el mercado a los clientes libres.

Según Andrés Vivat, gerente comercial de SEG Ingeniería Chile Ltda., las cuentas mensuales por consumo eléctrico son maneja-

bles. Un usuario puede simplemente reducir su propia demanda. Puede también reducir lo que paga mensualmente en la cuenta, conocido como el costo óptimo en relación al consumo. Para esto último existen tres variables a considerar: a) saber si la opción tarifaria que rige mi cuenta es la más adecuada según mi consumo; b) controlar la relación entre energía reactiva/activa para evitar las multas; y c) analizar las posibilidades de reducir la demanda en punta, que es el horario donde más caro cobran las distribuidoras eléctricas cada kW.

Son varias las tarifas que pueden ser aplicadas a un consumidor, las que dependen de su nivel de consumo energético y de que sea energía en Baja Tensión (BT) o Alta Tensión (AT). Que sea BT o AT no puede elegirlo el usuario sino que depende de la potencia conectada del suministro.

En el ámbito agropecuario, la tarifa más común es la 4.3, según Andrés Vivat. Sin embargo, ocurre que a veces "por defecto" —o automáticamente— la distribuidora aplica la tarifa 3. En esta tarifa, dentro de la que se encuentran algunos productores agrícolas, existe la tarifa 3 "presente en punta", en la cual la distribuidora entiende que el consumidor usa mayoritariamente su demanda en horarios punta, o sea entre las 18 y las 23 hrs. Y existe la tarifa 3 "parcialmente en punta", donde la distribuidora asume que el cliente consume mayoritariamente su energía fuera de los horarios punta.

"Ha ocurrido que la distribuidora tiene catalogado a un cliente en tarifa 3 'presente en punta' cuando en realidad es 3 'parcialmente en punta'", indica Vivat. Y cada kW. de 'presente en punta' es aproximadamente 3 mil pesos más caro, que 'parcialmente en punta'.

La tarifa 4.3 —llamada también tarifa horaria— es la más adecuada para predios agrícolas porque per-



Un mal factor de potencia eléctrica puede implicar un costo extra, pero se soluciona con un condensador.

mite gestionar el uso energético sin limitaciones. Pero por lo mismo debe ser usada con suma disciplina. En la 4.3 se paga el cargo fijo, energía, demanda máxima, y demanda en punta. Todos esos ítems figuran en la boleta y/o factura.

¿Cuál es la diferencia entre una tarifa 3 y una tarifa 4.3? En ambas la distribuidora va a cobrar lo mismo por el consumo de energía en kw-h. La diferencia viene dada por la demanda. En la tarifa 3 hay sólo una demanda, que se llama demanda máxima, presente en punta o parcialmente presente en punta, y por cada kW demandado la distribuidora va a cobrar un valor de acuerdo a la tarifa vigente. En cambio en la tarifa 4.3 los cobros por conceptos de demanda son dos: una es la demanda máxima del día (en donde el valor es muy económico) y el otro es la demanda en punta donde el valor es mucho más caro. Lo que intenta el sistema es premiar o beneficiar a aquellos consumido-

res que usen su energía fuera del horario punta.

La segunda variable para reducir los costos energéticos es el factor de potencia, que es la relación entre la energía activa y la energía reactiva. Cuando el factor de potencia no se ajusta a lo establecido en el reglamento eléctrico, la distribuidora aplica una multa. Así ocurre en todo el mundo. En Chile, cuando el factor de potencia medio mensual es inferior a 0,93 la distribuidora aplica un recargo de un 1% por cada centésima en que dicho factor baje. Es decir, si es 0,90 se aplica un recargo equivalente al 3% del costo total de la factura. Para evitar esta multa hay que analizar la relación energía activa/reactiva presente en la factura.

La solución al problema es bastante accesible. Hay que instalar un condensador teniendo en cuenta dos factores: primero, que ese condensador esté bien "dimensionado" en lo que a ca-

pacidad se refiere, y segundo, que dicha instalación la haga siempre un instalador autorizado por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC). Luego se avisa a la distribuidora y al siguiente consumo ese recargo desaparece.

Por último, la clave para ahorrar es consumir lo menos posible en horario punta, de 18 a 23 hrs. Es usual que ocurran errores humanos en el control horario. Por eso se recomienda instalar timers, entre otras cosas, en las bombas de riego para controlarlas y hacer en lo posible que operen fuera de horario punta.

## Bombeo de agua para riego

En el caso del riego, la potencia consumida por una bomba depende de tres factores: el caudal, la altura de bombeo y la eficiencia

del equipo. Según Enrique Campino, ingeniero civil hidráulico y gerente de Wellford, un buen análisis y las correcciones pertinentes permiten hacer ahorros de más de un 15%.

Lo primero es definir el caudal necesario para regar un paño y lo segundo es determinar la altura para levantar el agua. Los paños deben ser lo más homogéneo posible para mantener homogénea la presión. Eso permitirá usar la bomba en su máxima eficiencia. Y no se trata de tentarse con equipos de bombeo más grandes. La clave es que la bomba sea la adecuada para ese diseño de riego. Esto permitirá disminuir al máximo la potencia de consumo (kW) de la bomba y con ello ahorrar electricidad.

Respecto a la altura de bombeo, el ahorro aparece con fuerza en el ítem pérdidas de carga, considerando que muchas veces

se busca ahorrar disminuyendo la dimensión de las tuberías, lo que es un error. Enrique Campino explica: "Después de elaborar un diseño hidráulico y de saber a cuántos años está planificado mi negocio, hay que hacer un análisis de inversión inicial versus ahorro por menor pérdida de carga. Si hice un diseño con una matriz de 200 mm pero la de 250 mm sale miles o millones de pesos más, hay que calcular, por ejemplo en un proyecto a 20 años, cuánto ahorraría por menor pérdida de carga si instalara la de 250". Con una tubería mayor, la eficiencia de la bomba podría aumentar al disminuir el roce, los golpes de ariete y las pérdidas de carga.

La eficiencia de la bomba es el siguiente ítem crucial para el ahorro. Campino señala –como ejemplo–, que con un caudal de 100 l/s, una altura de bombeo de 60 mts. y con una eficiencia de la bomba

de 70%, un equipo consumirá 84 kW de potencia. Con ese dato, si el kw-h cuesta \$80 y se riega 135 días al año las 24 horas –como podría ocurrir en el valle central– se producirá un gasto anual de \$21,8 millones. Si en vez de 70% de eficiencia se llega a 82% de eficiencia, la bomba consumirá 71,7 kW de potencia, con un costo de \$18,2 millones, lo que permite un ahorro automático de 3,2 millones de pesos al año.

Hay casos más complejos. Por ejemplo, si se tiene una única bomba de 60 HP que opera 3.000 horas al año sobre 9 sectores distintos de riego. Si se analiza cada punto de riego quedan en evidencia las ineficiencias energéticas (ver tabla 1). "Hay puntos donde se tiene más altura de la necesaria según esa bomba de 60 HP. Si aplicamos la ecuación de la altura que me sobra multiplicada por el caudal y dividida por la eficiencia,

anwo.cl

# Equipos Hidráulicos

conozca nuestra amplia gama en bombas



**DAB**

## SOPORTE / RESPALDO / TECNOLOGÍA

- Equipos Hidroneumáticos y de velocidad variable (Ahorro 30% de energía)
- Bombas Centrifugas horizontales y verticales multietapa.
- Bombas Pozo profundo 4", 5" y 6".
- Bombas Sumergibles Aguas Servidas y Drenaje.

Venta a través de Instaladores - Distribuidores



EMPRESA CERTIFICADA



TABLA 1

PUNTO	CAUDAL lt/s	ALTURA REQUERIDA (mts)	ALTURA DE SOBRA	POTENCIA CONSUMIDA KW/H	EFICIENCIA REAL	GASTO DE MÁS EN MILES DE \$
1	25	55	12	31,2	67%	281
2	29,5	58	9	24,5	77%	219
3	37	50	14	32,8	70,40%	411
4	41	40	22	34,7	51,60%	707
5	46	52	7	29,4	78,30%	249
6	52	45	11	34,6	64,30%	435
7	51,5	55	0	25,5	80%	0
8	57	34	18	37,3	53,50%	825
9	59,5	30	18	37,3	46,90%	896
						TOTAL: 4.023

TABLA 2

PUNTO	CAUDAL l/s	ALTURA REQUERIDA (m)	EFICIENCIA DE LA BOMBA	GASTO DE MÁS EN MILES \$
1	25	55	67%	70
2	29,5	58	77%	0
3	37	50	79%	147
4	45	52	81%	0
5	51	45	80%	80
6	41	40	80%	96
7	57	34	79%	0
8	59,5	30	79%	0
9	52,5	55	80%	0
				TOTAL: 393

TABLA 3. TIPOS DE TARIFAS EXISTENTES

Tarifas Baja Tensión
Tarifa BT 1
Tarifa BT 2 (PPP)
Tarifa BT 2 (PP)
Tarifa BT 3 (PPP)
Tarifa BT 3 (PP)
Tarifa BT 4.1
Tarifa BT 4.2
Tarifa BT 4.3
Tarifas Alta Tensión
Tarifa AT 2 (PPP)
Tarifa AT 2 (PP)
Tarifa AT 3 (PPP)
Tarifa AT 3 (PP)
Tarifa AT 4.1
Tarifa AT 4.2
Tarifa AT 4.3

PPP: Parcialmente Presente en Punta  
PP: Presente en Punta

tenemos que en este equipo de bombeo en particular estoy perdiendo \$4 millones anuales”.

El punto 7 de la tabla es perfecto. Se usa un caudal de 51,5 l/s con una altura de 55 m y una eficiencia de la bomba del 80%. Por lo tanto no se gasta de más, porque la altura fue la adecuada para ese diseño. En cambio en el punto 9 de riego se requiere un caudal de 59,5 l/s para una altura de 30 m. Pero una bomba con esa potencia y para ese caudal está sobretrabajando en 18 m. La bomba de 60 HP está haciendo un gasto extra de 14 kW, lo que implica una eficiencia real de la bomba de 46,9%. Por lo tanto, sólo en ese punto se gastan \$900 mil de más al año.

La solución sería la compra de

otras bombas más adecuadas que se pagarán por el ahorro energético. Para los sectores 1, 2, 3, 5 y 6 sería útil una bomba de 40 HP que vale \$2,7 millones. Y para los sectores 4, 8 y 9 sería necesaria la compra de otra bomba de la misma potencia. “Así, los sectores 1, 2, 3, 5, y 6 tendrían una pérdida de \$250 mil. No es el ideal pero es una posible solución. La otra bomba, para los sectores 4, 8 y 9, tendría una pérdida de sólo \$96 mil. Y hemos dejado la original para el punto donde fue seleccionada. O sea de una pérdida al principio de \$4 millones pudimos ahorrar \$3,6 millones. La pérdida sería entonces de sólo 400 mil pesos. En este caso la inversión se paga en dos años”, explica Enrique Campino (ver tabla 2).

La solución número 2 es el uso de variadores de frecuencia para esta bomba de 60 HP. Según Campino, la única ventaja de ellos es su menor inversión inicial. Sus desventajas son altas: muy sensibles a las variaciones de voltaje, produce armónicas contra la red eléctrica, todo el riego queda supeitado al único equipo de riego, se suscita una alta dependencia del proveedor del variador —eso en lugares apartados implica que la respuesta tarde mucho— y una vida útil estimada en unos 3 años.

### Ahorros de la aplicación de agua al cultivo

Luis Gurovich, profesor del Departamento de Fruticultura y Enología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica, afirma que se pueden lograr ahorros energéticos a nivel de cultivo, siendo cuatro las preguntas según él: ¿Cuándo regar de nuevo el cultivo?, ¿cuánta agua aplicar en el siguiente riego?, ¿cómo aplicar el agua de riego? y ¿cuánto cuesta realmente hacer un riego?

Para determinar eso “es clave saber si el equipo de riego está

haciendo lo correcto, porque en más del 60% de los casos encontramos que los equipos de riego no hacen lo que se supone que deben hacer”.

En ese sentido, una tecnología de riego debe cumplir con cuatro objetivos: mantener el equilibrio entre evapotranspiración y flujo de agua hacia las raíces; maximizar la eficiencia de la aplicación evitando las pérdidas por escurrimiento y percolación bajo las raíces; lograr uniformidad en la distribución del agua entre las distintas plantas del paño; y reducir los costos del riego, lo que afecta a la mano de obra y la energía.

El tiempo para riego va a estar determinado por el consumo de la planta, el nivel de humedad de los suelos, el nivel de estrés hídrico de la planta y por el funcionamiento del equipo de riego: “eso me va a indicar cuántas horas tengo que regar. Para eso tengo que analizar los datos agroclimáticos, ver qué equipo tengo, cuál es su descarga y cuántos mm debo reponer. Eso me va a dar el tiempo exacto del riego”, detalló.

Para facilitar la medición de las variables suelo-clima-planta existen varios instrumentos que registran las condiciones hídricas del cultivo. “Y están a un costo que hoy día cualquier agricultor pequeño puede enfrentar. Hasta ahora ha resultado ser la inversión más rentable de la actualidad agrícola y se recupera lo que gaste en estos instrumentos con los ahorros de la primera temporada”, aconsejó Gurovich.

Otra cosa en la que se hizo hincapié en el seminario, especialmente durante la exposición de Óscar Miranda, de la empresa de ingeniería de riego Irriland, fue en la capacitación tecnológica de los encargados de riego, donde se notó un vacío importante. “Es importante que la gente que está a cargo de las casetas tenga conocimientos de riego y del sistema que maneja”, concluyó Miranda. **CR**

Catastro de obras PROM

# Inversiones por US\$500 millones en obras medianas de riego

El Programa de construcción y rehabilitación de obras medianas de riego (PROM) partió el año 2006 dejando atrás el antiguo PROMM, que incluía las obras menores de riego. La nueva era focaliza su atención sólo en las medianas, es decir, aquéllas cuya inversión requiere entre 24 mil y 800 mil UF. El PROM contempla un plan de inversiones hasta el año 2018 que ronda los US\$500 millones.

El nuevo PROM nació además reivindicando un sello distinto, marcado por la búsqueda de proyectos modernizadores, lo que se tradujo en un concepto rector: el multiuso. El multiuso contempla la posibilidad de generación hidroeléctrica como proyecto privado y complementario a la obra de riego a ser desarrollada; también concibe el entubamiento de canales para presurizar la conducción; y fomenta el mejoramiento de la calidad de las aguas. Además del multiuso, el PROM se planteó como objetivos prioritarios la búsqueda de eficiencia hídrica, la seguridad en el riego, el manejo integrado río-acuífero y la habilitación de nuevos embalses estacionales de superficie y embalses subterráneos.

Definido este nuevo carácter del PROM, la CNR y sus consultores se dedicaron a planificar e identificar las iniciativas que se amoldaran. Sus tareas incluían salir a terreno, reunirse con las



Fotos de la Quebrada de Tarapacá, sector del embalse subterráneo de Pachica, construido en los años '50.

La CNR elaboró 57 perfiles de obras que se proyectan entre las regiones de Arica y Parinacota y la del Bío Bío y cuyo plazo de construcción culmina el año 2018. Sin embargo, el sistema es dinámico, con alta participación de las organizaciones de los regantes y las regiones, por lo que un proyecto puede salir del catastro, otro podría entrar y un tercero podría ser incluso mejorado en el camino. El espíritu de este Programa es que sean obras modernizadoras y el concepto más valorado por las organizaciones fue el multiuso de una obra.

*Alejandro Pardo*

Comisiones Regionales de Riego o, en su defecto, con los Seremis de Agricultura, impulsándoles a que definieran las necesidades y la identidad del riego de su respectiva región. Y, paralelamente, se efectuaron reuniones clave con las organizaciones de regantes invitándolas a que se involucraran

en lo que serían sus propios proyectos.

Tras recoger todos estos antecedentes la CNR se abocó a la elaboración de los perfiles de las obras, un catastro de ellos, y la ejecución de los respectivos estudios de prefactibilidad. Posterior a esto será la Dirección de Obras Hidráulicas

(DOH) la que continuará con el proceso de concreción de las obras que pasen el primer filtro, y que serán aquéllas que tengan una mejor evaluación socioeconómica, un mayor impacto en la zona y una mejor receptividad de las organizaciones de regantes.

## Compromiso de los beneficiarios

El catastro ya fue presentado con los perfiles de 57 obras ubicadas entre la región de Arica y Parinacota y la del Bío Bío (ver listado). Según explica César González, encargado del catastro de la zona centro-norte del PROM, “los beneficiarios serán alrededor de 28 mil para una superficie de nuevo riego de más de 9.000 hectáreas, pero en total la intervención y mejoramiento afecta a 140.000 hectáreas”. González agrega que el costo de la cartera completa es de alrededor de US\$500 millones bajo el amparo del DFL 1123, es decir, con cofinanciamiento privado.

El involucramiento de los beneficiarios ha sido fundamental, porque la idea es que los proyectos nacieran también de los propios usuarios. Y una de las conclusiones de un informe de la CNR es que las organizaciones de regantes apreciaron mucho la hidrogenación de electricidad –con potencias superiores a 100 kw–, ya que ésta, siendo una actividad complementaria y netamente privada, les permitirá obtener financiamiento que facilitará el pago de las obras.

“Pero el catastro es dinámico, van cambiando las prioridades de los proyectos, van ingresando otros nuevos. Por eso se hace una priorización. Hoy, tanto en la CNR como en la DOH, estamos haciendo estudios de prefactibilidad de los proyectos”, cuenta César González.

Incluso los mismos proyectos van variando. Por ejemplo, el caso del canal Azapa.

“Algo muy interesante es que hay una vuelta a los entubamientos de canales para permitir la presurización de sistemas de riego intrapredial usando la energía gravitacional. Es un poco la idea del canal Azapa. De hecho en un principio ese proyecto sólo tenía como objetivo el entubamiento

INVERSIONES PROM - POR INICIATIVA Y POR REGION - ZONA NORTE		
FECHA REFERENCIA MONETARIA: 31 DICIEMBRE 2007		
INICIATIVA	SUPERFICIE BENEFICIADA (has) <sup>(1)</sup>	INVERSIÓN (millones \$) <sup>(2)</sup>
<b>REGION: ARICA Y PARINACOTA</b>		
Río Lluta, C. Arica Optimización de los recursos hídricos en el valle del río Lluta	2.147	3.485
Río San José, Arica Presurización de conducción y descargas del agua en sistema de riego Azapa	4.797	4.106
<b>REGION: TARAPACA</b>		
Qda. Aroma, C. Camiña Embalse Pintanane	490	3.190
Qda. Tarapacá, C. Huara Embalse sobre Estero Sibaya.	380	3.027
<b>REGION: ANTOFAGASTA</b>		
Río Loa, C. M <sup>a</sup> Elena Embalse Quillagua	360	3.831
Río Salado, C. Calama Embalse Ayquina	615	7.694
<b>REGION: ATACAMA</b>		
Río Copiapó, C. Tierra Amarilla		
(1) Tramo San Antonio-La Puerta Unif. 23 canales en tramo Sn. Antonio a La Puerta	2.078	2.616
(2) Tramo La Turbina-Pte El Yeso Nuevo tramo de canal matriz unificado entubado, para alimentación de los canales: El Naranjo, El Jardín, La Cantero, El Carrizo	3.612	5.796
(3) Tramo Pte. El Yeso – Pabellón Nuevo tramo de canal matriz unificado entubado, para alimentación canales: Niágara y Compuertas Negras	3.055	4.226
(4) Sector Mal Paso Optimización hídrica para canal Mal Paso	796	2.014
Afluyente Río El Carmen, C. Alto del Carmen Nuevo Embalse La Plata	364	7.533
Río El Tránsito, C. Alto del Carmen		
(1) Unificación de Canales con multiuso de aguas: Armitida, Peña Colorada & Puntilla Unificados, Campillay & Chanchoquín Unificados, Molino Álvarez, Torres, Valdés	213	2.744
(2) Ampliación de Lagunas Cordilleranas: Grande y Chica	555	8.095
(3) Tramo III, Unif. de Canales en ambas riberas; Ribera Norte: Marañón, Ventanas, Perales; Ribera sur: Compañía, Gallo, Ferrera, Buena Esperanza, Quebrada Honda	555	4.083
Río Huasco, C. Vallenar - Tramo IV Revestimiento en Tramo IV del río, de canales: San José, Nicolasa, García & Campusano, Bellavista, Las Tablas, La Cachina	3.199	3.185
<b>REGION: COQUIMBO</b>		
Río Mostazal, C. Monte Patria Optimización de uso y regulación subterránea de recursos hídricos del Río Mostazal	290	4.817
Río Pama, C. Combarbalá Regulación de recursos subterráneos en la Tercera Sección del río	220	3.392
<b>REGION: VALPARAISO</b>		
Río Petorca, C. La Ligua y Petorca Regulación de recursos subterráneos	796	8.397
Río La Ligua, C. La Ligua y Cabildo Regulación de recursos subterráneos del río	817	9.724

Río Aconcagua, C. Los Andes y Calle Larga Bocatoma y mejoramiento canal La Petaca	1.168	2.482
Río Aconcagua, C. de Los Andes, Calle Larga y Rinconada Multiuso de aguas y mejoramiento del canal Rinconada	3.466	14.139
Río Aconcagua C. Catemu Unificación de bocatomas y multiuso de aguas de canales: Arriba de Catemu; Abajo de Catemu y Pepino	4.107	4.932
Río Aconcagua, C. Quillota Mejoramiento del canal Mauco	5.000	5.838
Río Aconcagua, C. Quillota y La Cruz Regulación de aguas subterráneas en Tercera Sección del río	497	5.599
Esteros Los Litres y Pucalán C. La Cruz y Quillota Mejoramiento del canal Lo Rojas	549	4.932
<b>REGION: METROPOLITANA</b>		
Río Maipo, C. Buin y Paine		
(1) Multiuso de aguas y mejoramiento de obras en Asociación de Canales Unidos de Buin	14.000	8.147
(2) Multiuso de aguas y mejoramiento de obras de Asociación Canal Huidobro	8.157	6.100
Río Maipo, C. de Sn. Bdo, C. de Tango, Maipú, P. Hurtado, Peñaflo y Talagante Mejoramiento calidad de aguas para Asociación de Canales de Maipo	6.469	3.928
Río Mapocho, C. Peñaflo y Melipilla Optimización y multiuso de aguas del canal Mallarauco	7.500	3.895
Río Peuco, Ribera Norte, C. Paine Unificación de bocatomas y revestimiento en canales Chada, Cullitrín y Romeral	1.199	1.428
<b>RESUMEN PROM ZONA NORTE</b>		
<b>REGION DE ARICA Y PARINACOTA A REGION METROPOLITANA</b>		
	<b>SUPERFICIE BENEFICIADA (has)<sup>(1)</sup></b>	<b>TOTAL ZONA NORTE (millones \$)<sup>(2)</sup></b>
VALORES TOTALES ZONA NORTE:	77.451	162.324
<b>INVERSIONES PROM - POR INICIATIVA Y POR REGION - ZONA SUR</b>		
<b>INICIATIVA</b>	<b>SUPERFICIE BENEFICIADA (has)<sup>(1)</sup></b>	<b>INVERSIÓN (millones \$)<sup>(2)</sup></b>
<b>REGION: L. BDO. O HIGGINS</b>		
Río Peuco, C. Sn..Fco. Mostazal Ribera Sur Unificación de bocatoma en canales Carén, Peuco, Santa Teresa y Picarquín	1.200	1.908
Estero Codegua, C. Codegua Optimización y multiuso de los recursos hídricos del Estero Codegua	1.002	3.168
Río Cachapoal, C. Rancagua Mejoramiento de la calidad del agua en Asoc, de Canalistas Canales Sn Pedro, Población y Der.	2.500	1.409
Río Cachapoal, C. Qta. de Tilcoco Mejoramiento de distribución y calidad del agua en canal Silvano	1.099	2.056
Río Claro de Rengo, C. San Vicente de Tagua Tagua Mejoramiento integral de canales unificados: Punta de Tunca y Molino de Tunca	397	3.188
Río Tinguiririca, C. San Vicente de Tagua Tagua Unificación de bocatomas y mejoramiento de calidad de aguas para Asociación de Canalistas Pedro Aguirre Cerda	4.000	2.081
Estero Chimbarongo, C. Chépica		
(1) Mejoramiento integral C. Sta. Cruz y Paniahue	1.881	3.120
(2) Proyecto de mejoramiento integral y calidad del agua en Canal Comunidades de Chépica	9.311	3.604

pero no la presurización", relata González.

Hoy hay dos perfiles de obras que superaron esta etapa y pasaron a estudios de prefactibilidad en el PROM. Uno es en el río Hurtado y el otro es en Almahue.

### Qué se evalúa en un PROM

Las características de un proyecto sometidas a calificación son 16, se dividen en cinco grupos, y el máximo de puntos que se pueden obtener son 1.000.

#### a) Criterios de calificación de parámetros económicos y cuantificables

- 1) Io
- 2) VAN
- 3) TIR
- 4) superficie de riego incremental o con riego mejorado
- 5) número de beneficiarios

#### b) Situación legal y organizacional

- 6) derechos de agua
- 7) existencia o ausencia de organización
- 8) nivel de desarrollo organizacional
- 9) posibles aportes económicos al proyecto

#### c) Aspectos técnicos

- 10) inclusión de elementos integradores e innovadores en proyectos multiuso
- 11) factibilidad técnica resuelta o sujeta a verificaciones geotécnicas

#### d) Beneficio social y étnico

- 12) escenario de postergación social con predominio de campesinos
- 13) arraigamiento de población rural en zonas extremas y/o fronteras
- 14) proyecto posibilita el mercado del agua con arriendos temporales
- 15) presencia predominante de etnias

#### e) Aspectos medioambientales

- 16) número de impactos diferenciables positivos y/o negativos

## El caso de Quebrada de Tarapacá César González: "Abrimos la discusión sobre embalses subterráneos"

- ¿Notaste alguna tendencia o algo novedoso respecto de las obras?

- Por ejemplo, abrimos la discusión sobre los embalses subterráneos, que son obras más económicas. Conocimos un caso en la Quebrada de Tarapacá donde se empezó a construir un embalse en los años 50 en el sector de Pachica. Hubo un apretón presupuestario y sólo alcanzaron a construir la cortina impermeabilizante de los escurrimientos subterráneos. No hubo plata para construir el muro. Al poco tiempo empezó a subir el nivel de agua. Se empezaron a generar vegas y empezó a aflorar el agua. La Dirección de Riego en esos años tuvo la genial idea de romper la pared moldeada que se había construido como a 12 m de profundidad, y le puso un tubo y una válvula. El tubo iba ganando cota porque la pendiente de la quebrada es pronunciada, y como al kilómetro apareció la tubería. Lo que se intentó hacer fue regular el escurrimiento subterráneo y alumbrar esa agua que hoy llega a un canal. Por lo tanto, están regando con agua subterránea alumbrada. Esa idea tiene un costo muy inferior a un embalse y podría ayudar a aprovechar otros acuíferos. En teoría, habría que cuidar que no se afecten recursos subterráneos constituidos aguas abajo, pues en ese caso, tendrían que compensarse con agua subterránea alumbrada en igual proporción, aunque a un costo de producción muy inferior para los usuarios.

INICIATIVA	SUPERFICIE BENEFICIADA (has) <sup>(1)</sup>	INVERSIÓN (millones \$) <sup>(2)</sup>
Estero Chimbarongo, C. Sta. Cruz, Palmilla, Peralillo y Marchigüe Mejoramiento integral y ampliación del canal Población	4.700	6.482
Estero Chimbarongo, C. Palmilla Mejoramiento integral del canal Colchagua	2.500	4.316
<b>REGION: DEL MAULE</b>		
Río Lontué, C. Molina		
(1) Unificación y multiuso del agua en canales: Pichingal, Río Seco, Aránguiz	7.495	5.695
(2) Unificación y multiuso de aguas en canales: Buena Fe, Buena Paz, Purísima Concepción, Valdés Correa, Nuevo Urzúa	5.705	3.205
Río Lontué, C. Curicó		
(1) Unificación en canales: Obra de Abajo y Obra del Medio	1.501	1.012
(2) Unificación y multiuso del agua en canales: Nuevo Los Niches, Viejo Los Niches, Peumo, Huañué	5.204	4.909
(3) Unif. de canales Florida y Ramírez Martínez	1.501	1.348
Río Mataquito, C. Sag. Familia Mejoramiento integral canal Villa Prat	7.505	2.845
Río Maule, C. San Clemente Actualización de soluciones para unificación de canales Lircay, Mandiola, Silva Henríquez, Santa Elena, San Vicente	7.504	4.368
Río Maule, C. Pelarco y Talca Mejoramiento de calidad del agua y distribución del canal Proviencia	5.500	5.573
Río Melado, C. Colbún Aumento de capacidad del túnel Melado	14.986	9.785
Río Maule, C. Linares y Longaví Canal Melado Sifón del canal Llepo, bajo el río Achibueno	841	6.497
Río Putagán, C. Linares y San Javier, Sist. Regadío Melozal Mejoramiento integral sistema de regadío Melozal	870	7.040
<b>REGION: DEL BIO BIO</b>		
Estero Káiser, C. Pinto Proyecto de Embalse El Káiser	1.915	15.067
Estero Quilmo, C. Chillán Viejo Embalse Quilmo	1.115	7.469
Estero Changaral, C. San Nicolás Embalse Changaral	2.446	14.147
Estero Pajonales, C. Quirihue Embalse El Taimo	406	2.196
Estero Ránquil, C. Ránquil Embalse Ránquil	644	5.722
Estero Tranaquepe, C. Hualqui Embalse Tranaquepe	699	10.619
<b>RESUMEN PROM ZONA SUR</b>		
<b>REGION DE O'Higgins A REGION MAGALLANES</b>		
	<b>SUPERFICIE BENEFICIADA (has)<sup>(1)</sup></b>	<b>TOTAL ZONA SUR (millones \$)<sup>(2)</sup></b>
VALORES TOTALES ZONA SUR:	94.467	144.754
<b>RESUMEN PROM NACIONAL</b>		
	<b>SUPERFICIE BENEFICIADA (has)<sup>(1)</sup></b>	<b>TOTAL PAÍS (millones \$)<sup>(2)</sup></b>
VALORES TOTALES NACIONALES:	171.918 <sup>(3)</sup>	307.078

(1) Incluye superficie nueva, equivalente o mejorada de riego.

(2) Incluye inversión inicial, estudios y programas complementarios.

(3) Del total de superficie beneficiada, 9.098 hectáreas son de nuevo riego seguro.

Seminario Internacional sobre “Uso Sustentable del agua”

# Cambio climático: cómo cambiará el mapa hídrico y de cultivos en Chile

La Comisión Nacional de Riego realizó en septiembre el seminario internacional “Uso Sustentable del Agua de Riego”, entre cuyos expositores estuvo Pablo Simo, profesor de la Universidad Católica del Oeste, de Francia, y encargado del magíster de Biología y Ecología de dicha universidad, y Érika Zárate, experta en huella hídrica de la Water Footprint Network, de Suiza.

El diagnóstico sobre el recurso es sombrío y en eso coinciden distintos estudios. Por eso, aunque suene majadero, hay que prepararse inyectándole eficiencia al riego agrícola, por un lado, y por otro, hay que diagnosticar cómo será el futuro mapa hídrico de Chile como consecuencia del cambio climático.

El seminario abordó el problema desde distintos puntos de vista: la respuesta de la Unión Europea al problema, el aspecto económico en Chile, las medidas del gobierno, el cambio de los cultivos en el país, la situación de la Región Metropolitana, y la situación general del riego en Chile.

Alexa Kleysteuber, asesora técnica de la Conama y expositora del encuentro, refiere cuáles son las proyecciones para Chile basándose en el Cuarto Informe del IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático) de 2007: “Van a haber cambios importantes en los patrones de precipitación de algunas zonas. Puede disminuir hasta en un 40%

en el valle central. Y los modelos dicen que de Chiloé al sur van a aumentar las precipitaciones. Los cambios van en distintas direcciones y son específicos para distintas zonas. La temperatura sí subiría en todo el país entre 2 y 5 grados, así que para los glaciares va a ser dramático. Paralelamente hay varias enfermedades que aparecerán con la subida de temperaturas. A través de mosquitos, por ejemplo, podrían aumentar los brotes de varios virus”.

Paralelamente, el avance urbano se ha tragado muchas hectáreas que antes eran destinadas a la agricultura. Por ejemplo, según datos de la FAO la tierra agrícola pasó en Latinoamérica y el Caribe de 2,6 has por habitante en 1965 a 1,5 has. el año 2000. Sólo en la Región Metropolitana, según el Seremi de Agricultura Ricardo Vial, se han perdido alrededor de 150 mil has. de excelente tierra cultivable en los últimos 20 años. Y este estrechamiento del espacio agrícola se produce en un contexto de creciente demanda alimentaria mundial. Se estima que en la actualidad cerca de 1.020 millones de personas viven bajo inseguridad alimentaria (en América Latina y el Caribe son 53 millones).

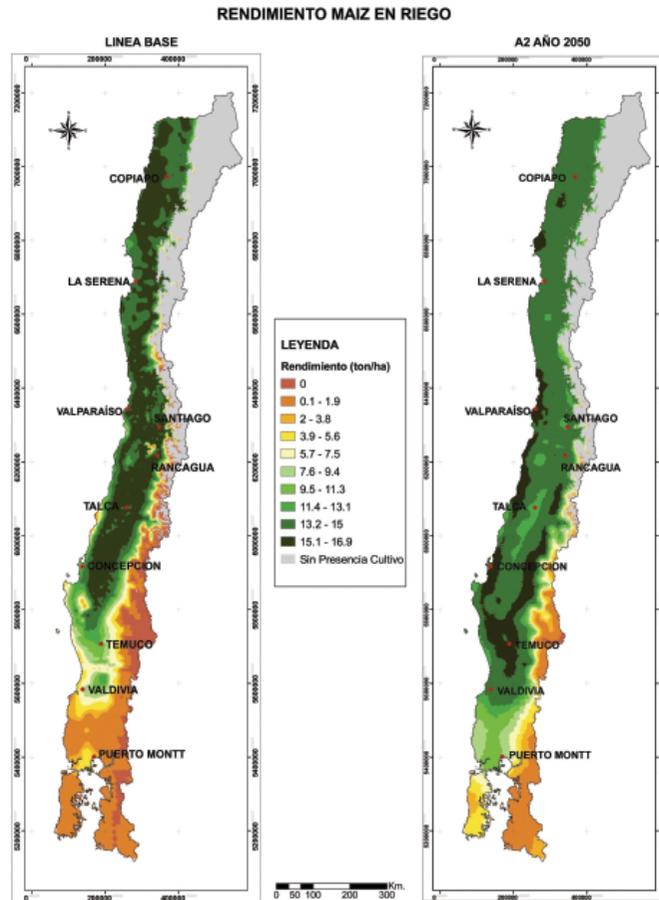
El escenario se ve muy adverso. Por eso, la meta es lograr con menos hectáreas más rendimiento agrícola y más eficiencia hídrica. Un dato relativamente positivo. Alfonso Osorio, expositor del INIA, graficó cómo han aumentado los



La CNR realizó en septiembre el seminario internacional “Uso Sustentable del Agua de Riego”.

Hoy existe un relativo consenso en que la temperatura mundial subirá entre 2 y 5 grados durante el siglo en curso. A eso se suma en Chile una baja de las precipitaciones en un contexto de creciente demanda alimentaria mundial. Por eso la meta es lograr mayores rendimientos por hectárea y mayor eficiencia hídrica. Las proyecciones del futuro agrícola estiman que el maíz y la vid disminuirán sus rendimientos en el Valle Central y se desplazarán hacia el sur. En cambio, los naranjos aumentarán significativamente su rendimiento en todo el territorio. Hoy hay 1 millón 100 mil has con riego estable y el microrriego aumentó de 60 mil a 247 mil has en 10 años. En ese sentido se debe continuar.

Por Alejandro Pardo



Rendimiento potencial actual y rendimiento potencial hacia el año 2050 (Der.).

## El plan del gobierno

Alexa Kleysteuber, de la Conama, traza la respuesta de Chile expuesta en el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático, presentado en diciembre de 2008 por el gobierno, y que postula tres directrices: adaptación al impacto, mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero, y creación y fomento de capacidades.

Para ello establece tiempos para medidas a corto plazo (2008-2010) y largo plazo (2010-2012). Por ejemplo, en lo relativo a los recursos hídricos, "determinar el grado de vulnerabilidad por cuencas" será una tarea a realizar los años 2009 y 2010 por la DGA, la Conama, el INIA, la CNR y la Armada de Chile.

En la línea de adaptación destacan el diseño de un programa nacional de monitoreo de acuíferos, la crea-

ción del Centro de Investigaciones del Medio Ambiente de Atacama, el impulso a la creación de plantas desalinizadoras de agua, la ejecución de los concursos de tecnificación de la Ley 18.450 y el aumento en un 50% de la superficie regada del país a través de la construcción de nuevos embalses.

En la línea de mitigación aplicada a la agricultura, sobresalen el desarrollo de la investigación aplicada a los biocombustibles de segunda generación, el análisis de la huella de carbono y la reducción de las emisiones del sector silvoagropecuario. Y en el eje de creación y fomento de capacidades, se subrayan la elaboración de un Inventario Nacional de Glaciares y la creación de una red de monitoreo para ellos.

rendimientos medios de cultivos por hectárea. En Latinoamérica, pasaron de los 2.300 kg/ha en 1961 a casi 3.500 kg/ha el 2004. Sin embargo, están aún muy por debajo de lo que ocurre hoy en los países industrializados (4.800 kg/ha) y el Este asiático (4.400 kg/ha).

## Radiografía del agua en Chile

Según datos de Alfonso Osorio, en Chile el 84,5% del agua renovable es consumida por la agricultura. La industria ocupa el 6,5%, la minería el 4,5% y el agua potable el 4,4%. Ese porcentaje del agua destinada a agricultura supera largamente a lo que ocurre en el resto del mundo, donde el promedio ronda el 70%.

Por otro lado, la eficiencia hídrica en agricultura es muy mala en Chile. Ocupa 7,97 km<sup>3</sup> de agua al año, pero el requerimiento real podría ser de 1,59 km<sup>3</sup>, según Osorio. Es decir, la eficiencia es de un 20%, no muy distante de la eficiencia de otros países como Brasil (17%) y Argentina (16%).

A esto se suma que la demanda de agua aumentará especialmente en los sectores agrícola e industrial. Según datos de la DGA, la demanda de agua para riego pasará de 550 m<sup>3</sup>/s el año 1993 a alrededor de 720 m<sup>3</sup>/s el año 2017.

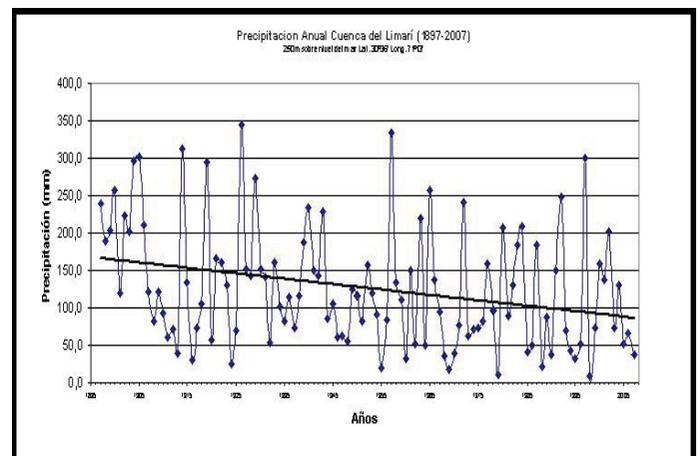
Paralelamente, de acuerdo

con los registros, varios valles han experimentado un descenso objetivo de las precipitaciones. En la cuenca del Limarí, entre los años 1895 y 2005 el promedio de lluvias bajó de 160 mm a cerca de 90 mm (ver gráfico). Y en Choapa, de 210 mm en 1937 a 160 mm el 2008.

Osorio, no obstante, advierte una cosa: "Que independientemente de que haya cambio climático o no, la agricultura en Chile está sometida a una situación de variabilidad de precipitaciones enorme", como queda graficado en la cuenca del Limarí.

"De ahí que se justifiquen las grandes obras de acumulación. Si no estuviese eso, la agricultura que hay en valles del norte definitivamente se reduciría al mínimo", añade.

Ramón Barceló, jefe de la División de Estudios y Desarrollo de la CNR, dirigió su exposición hacia los efectos económicos que tiene la acumulación de agua para riego. "Yo estoy hablando más bien de la sostenibilidad económica de los cultivos y no tanto de la sostenibilidad del uso de agua de riego desde el punto de vista medioambiental", dice. Pero añade: "Cuando no hay construcción de embalses, inmediatamente cae la participación del riego en la formación bruta de capital fijo del sector agropecuario". Es decir, si no hay creación de gran infraestructura de riego decae la creación



Precipitación anual cuenca del Limarí.

## Los pasos de la Unión Europea

Pablo Simo, catedrático de la Universidad Católica del Oeste, Francia, describió los pasos de la Unión Europea hacia una "Directiva Marco del Agua" (DMA).

Antes de la DMA había más de 30 directivas europeas sobre el agua con enfoques múltiples. La DMA racionaliza la situación creando una sola directiva con un enfoque integrado imponiéndose la obligación de cumplir con resultados en cuanto a calidad química y ecológica del agua.

La DMA considera todas las aguas, subterráneas y superficiales, y las separa en distritos hidrográficos de

una o más cuencas con una coherencia independiente de los límites nacionales. Se impuso la obligación de obtener resultados para el año 2015, entre los cuales figura la supresión del vertido de sustancias "prioritarias peligrosas" y la reducción de otras menos prioritarias. Además se define la elaboración de formas de tarificación del agua pensando, primero, en el costo del servicio del agua, y segundo, en el principio de que "quien contamina paga". Para ello hay que identificar las contribuciones de los distintos sectores económicos. Y finalmente, invoca la participación

del público en la gestión del distrito entregándole información oportuna. El profesor Simo especificó el plan francés. Francia está constituida por 22 regiones, sin embargo, hay nueve distritos hidrográficos –algunos de ellos traspasan las fronteras nacionales– y seis Agencias del Agua que actúan sobre esos nueve distritos. Una Agencia del Agua tiene por misión conciliar la gestión sustentable del agua con el desarrollo económico. Cada Agencia del Agua cuenta además con un Comité de Cuenca, integrado por el poder político regional, departamental y municipal, además

de representantes de asociaciones de usuarios como agricultores y el sector industrial.

Según explica el profesor Simo, "cada Agencia del Agua define las tasas de los impuestos medioambientales sobre las extracciones de agua y los vertidos contaminantes. Esos impuestos le permiten financiar las acciones necesarias de conservación del recurso".

A nivel más local, los municipios son responsables de las inversiones y de la gestión de los servicios de agua potable y de saneamiento, de forma directa o por concesión.

de riqueza del sector silvoagropeduncario. Y baja también la seguridad hídrica de los productores. Y la rentabilidad del agua de riego es una llave maestra para la sustentabilidad del recurso.

## Mapa del riego en Chile

Además de la acumulación de agua para agricultura, otra obligación ineludible para mantener sustentable el recurso es la tecnificación de los sistemas de riego.

Actualmente la superficie con riego seguro totaliza casi 1.094.000 hás. Importa la distinción de riego seguro, ya que incluso a nivel de entendidos se suponía que las hectáreas regadas superaban largamente esa cifra. Osorio explicó que hay otras 600

mil de riego eventual y unas 700 mil más de secano.

Osorio comparó los censos agropecuarios de 1997 y del 2007 concluyendo que "existe una respuesta favorable en términos de tecnificación": el riego gravitacional bajó de 962 mil hás. a 789 mil; el riego por aspersión subió ligeramente de 30 mil a 56 hectáreas; y el microrriego aumentó sustancialmente de 60 mil a 247 mil hectáreas.

Por su tecnificación, sobresalen cinco regiones: Atacama, Valparaíso, De Los Ríos, De Los Lagos y Aysén. Pero es importante considerar que en las regiones X, XI y XIV no hace mucho que se comenzó a regar, pues tradicionalmente no se ha regado, por lo que prácticamente toda la superficie es de nuevo riego y desde ya tecnifi-

cado. En cambio las regiones Metropolitana, de O'Higgins, Maule y Bío Bío, donde se concentra el 74% de la superficie total regada de Chile, tienen índices bajísimos de tecnificación en sus sistemas de riego (ver tabla).

Sin embargo, hay señales ti-

bias de mejora. Al amparo de la Ley 18.450 de Fomento a la Inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje, sólo el año 2008 se tecnificaron 6.000 has en el Maule, 5.600 en O'Higgins, 4.300 en Bío Bío y 1.900 en la RM.

Un síntoma del empuje de



Variación de los sistemas de riego (1997-2007).



**FIBRA S.A.**

Fabricación en FRP y Termoplásticos



Estanques de Polietileno



Fosas Sépticas



Plantas de Tratamiento

### Estanques agua potable de superficie

Vinos, alimentos, químicos, alcalinos, fertirrigación, impulsión, redes húmedas, riles, combustibles, 100% fitosanitarios, protección UV, color incorporado. Desde 500 a 30.000 Litros. Uso para Té de Compost.

### Plantas de tratamiento desde 6 a 1.000 personas

Casas, campamentos, condominios, colegios. Soluciones sanitarias integrales.

### Estanques fabricados en FRP hasta 300.000 litros

Para industria Minera, Alimenticia, Agroindustria, Pesquera, Salmonera, Embotelladoras, Agrícolas, etc.

www.fibra.cl

Santa Margarita 0750, San Bernardo  
Fono: (56-2) 411 2500 - Fax: (56-2) 411 2544  
E-mail: fibra@fibra.cl

Regiones	Total Superficie Riego Regada (has)	Riego	
		Superficial (%)	Tecnificado (%)
XV de Arica y Parinacota	11.167,86	80,47	19,53
I de Tarapacá	1.133,19	70,83	29,17
II de Antofagasta	2.295,64	98,03	1,97
III de Atacama	19.544,93	37,93	62,07
IV de Coquimbo	75.708,62	50,76	49,24
V de Valparaíso	86.156,71	41,80	58,20
Región Metropolitana	136.732,34	66,47	<b>33,53</b>
VI de O'Higgins	210.691,01	72,04	<b>27,96</b>
VII del Maule	299.059,80	85,55	<b>14,45</b>
VIII del Bío Bío	166.455,21	85,87	<b>14,13</b>
IX de La Araucanía	49.771,45	66,76	<b>33,24</b>
XIV de Los Ríos	8.117,00	6,01	93,99
X de Los Lagos	4.417,60	1,77	98,23
XI de Aysén	2.767,35	44,34	55,66
XII de Magallanes y Antártica	19.794,20	98,21	1,79
<b>Total País</b>	<b>1.093.812,91</b>	<b>72,21</b>	<b>27,79</b>

## La huella hídrica por persona en Chile

Érika Zárate, de la Water Footprint Network, con sede en Suiza, expuso sobre la huella hídrica y el agua virtual, tendencias que cobran fuerza desde el punto de vista económico y medioambiental.

Según sus datos, la huella hídrica per cápita de Chile –el promedio del volumen de agua consumida por cada chileno– son 803 m<sup>3</sup> al año (m<sup>3</sup>/cap/año). De ese total, el 39% corresponde a agua virtual importada, lo que es un nivel relativamente bajo comparado con el 87% de Kuwait, el 74% de Israel y el 82% de Holanda.

De ese consumo per cápita, el 10% corresponde a agua de consumo doméstico, con 83 m<sup>3</sup>/cap/año. El 67% de la huella hídrica per cápita se consume en productos agrícolas.

De eso, 274 m<sup>3</sup>/cap/año corresponden a huella hídrica interna –o sea, de agua disponible en Chile– y 260 m<sup>3</sup>/cap/año corresponden a huella hídrica externa o agua disponible en otros países y contenida en dichos productos.

Y el 23% de la huella hídrica per cápita se consume en productos industriales. 129 m<sup>3</sup>/cap/año corresponde a la huella hídrica interna y 57 m<sup>3</sup>/cap/año a la huella hídrica externa.

la tecnificación lo revelan los aumentos en los resultados de los concursos de la Ley 18.450. El número de proyectos bonificados pasó de 701 unidades el año 2000 a 1.323 el 2008. Para las mismas fechas el número de beneficiarios subió de 15.299 a 26.359. Y la superficie tecnificada a través de la Ley pasó de 9.269 has ese año 2000 a 24.185 el año 2008.

## Qué depara el futuro para los cultivos

El Centro de Agricultura y Medio Ambiente de la Universidad de Chile (Agrimed), con el financiamiento de la Conama, ha estudiado los posibles efectos del cambio climático haciendo proyecciones respecto de qué podría suceder con la agricultura. El estudio se denomina "Análisis de vulnerabilidad del sector silvoagropecuario, recursos hídricos y edáficos de Chile frente a escenarios de cambio climático".

El modelo de análisis se basa en variables bioclimáticas como las temperaturas, la humedad relativa, la evapotranspiración, la radiación solar y las precipitaciones, todas las cuales se verán afectadas por el cambio climático. "Las proyecciones son que va a haber un aumento de las temperaturas máximas y mínimas, una disminu-

ción de las precipitaciones en el Valle Central y un aumento hacia el sur de Chile", cuenta Carolina Caroca, de Agrimed, y expositora también del seminario.

"De estas variables climáticas se desprenden otras ecofisiológicas que dependen del tipo de cultivos, como la acumulación de días-grado requeridos por los frutales, las temperaturas óptimas de crecimiento, la ocurrencia de heladas y el déficit hídrico por fases fenológicas, la tasa de respiración, la profundidad de las raíces y la relación área/peso de las hojas", prosigue. Y a partir de estas variables se hacen proyecciones aplicadas a cultivos, como las fechas de siembra y cosecha óptimas, la eficiencia del riego, el rendimiento de los granos o frutos, etcétera.

Ese modelo de análisis fue aplicado al maíz en riego (ver mapa). El mapa de la izquierda muestra el rendimiento potencial que se obtiene en la actualidad y el de la derecha el rendimiento potencial que se obtendría hacia el año 2050. La línea roja del mapa de la izquierda muestra el límite óptimo del cultivo. En la derecha se observa cómo esa frontera se desplaza hacia el sur. Se aprecia además que la productividad en el Valle Central disminuye pasando de unas 15 ó 16 t/ha a entre 9 y 10 t/ha.

Con el trigo ocurre algo simi-

lar: disminución de productividad en el Valle Central y aumento de Temuco hacia el sur.

Con la vid es un poco más severo por la sensibilidad de la uva a las temperaturas y las precipitaciones. La producción se vería mucho más reducida en el centro-norte del país. Y en el sur, pasado Temuco, habría un boom de cultivos.

## Siembra, requerimientos de riego y productividad

Respecto de las siembras, Carolina Caroca explica que "en el caso del trigo en riego, va a haber una siembra de invierno en el norte, una de otoño en el Valle Central y hacia el sur se puede tener incluso siembra de primavera. Incluso podría existir una siembra de verano en el sur".

Para este mismo cultivo, se proyectaron los requerimientos de riego de Arica a Frutillar. En algunos casos, como en Curicó o Talcahuano, se requeriría menos riego en el futuro. Por eso se proyecta cambiar la fecha de siembra del trigo para aprovechar las precipitaciones", explica Carolina Caroca.

En el caso de los naranjos, los requerimientos de riego serán más homogéneos que en trigo: desde Putre a Puerto Varas se proyecta un aumento de los requerimientos de riego en comparación con la línea base. "Ahora bien, respecto de la productividad de los naranjos, se ve a lo largo de Chile un incremento asociado al aumento de las temperaturas. En algunos lugares se aprecia hasta un aumento de 200% de la productividad", explicita Carolina Caroca.

Finalmente, otra de las conclusiones del estudio de Agrimed señala que será mucho más eficaz aplicar riego en las zonas costeras que en el interior ya que estas zonas mostrarán una mayor eficiencia de conversión agua/productión. **CR**

Con asamblea completa

# Sesiona Consejo Interino de la Sociedad Civil de la CNR

Con la totalidad de sus integrantes, sesionó por primera vez el pasado 8 de octubre, el Consejo de la Sociedad Civil de la Comisión Nacional de Riego (CNR), constituido por diez representantes de Organizaciones Civiles, ligadas al ámbito hídrico, agrícola y académico.

Este nuevo espacio institucional de participación ciudadana –fruto de la política de participación impulsada bajo el alero del Gobierno de la Presidenta Michelle Bachelet– tendrá como objetivo general vincular la opinión de la sociedad con el trabajo que despliega el Estado en términos de desarrollo hídrico, ámbito en el cual la Comisión Nacional de Riego, desempeña un papel protagónico.

Otra de las finalidades de esta instancia de carácter consultivo y autónomo, cuyo proceso de creación y constitución concluyó en el mes de julio, será aportar al diseño, ejecución ó evaluación de la política de fomento al riego que desarrolla la CNR.

“Este Consejo de la Sociedad Civil de la Comisión Nacional de Riego, esperamos se convierta en el corto plazo en un espacio de intercambio público-privado, con la idea de conocer las necesidades de la ciudadanía en torno al riego y el objetivo final de representar en nuestro desempeño como institución los requerimientos de la ciudadanía”, explicó el Secretario

El objetivo de esta instancia de participación ciudadana forma parte de los compromisos asumidos por la Presidenta Michelle Bachelet en torno a vincular de manera efectiva las necesidades de los usuarios y la política de gestión que desarrollan las instituciones. El Consejo de la Sociedad Civil de la Comisión Nacional de Riego, estará presidido de manera interina, hasta el mes de diciembre, por el actual Presidente de la Junta de Vigilancia del Río Maule, Gustavo Rivera. En este trabajo estará acompañado por otros 9 Consejeros, representantes de organizaciones civiles vinculadas al desarrollo hídrico a nivel nacional.

*Por Karina Damke, periodista Oficina Zonal Norte de la CNR*



*A la izq. Presidente del Consejo, Gustavo Rivera, al centro Nelson Pereira y a la der. el Vicepresidente del Consejo, Daniel Chipana.*

Ejecutivo de la Comisión Nacional de Riego, Nelson Pereira.

Parte importante de lo abordado en la primera sesión de Consejo estuvo orientado a las modifica-

ciones a Ley de Fomento y su incidencia en la creación de un nuevo reglamento. Esto fue expuesto en detalle por la máxima autoridad institucional Nelson Pereira. “Todo

el proceso de prórroga de la Ley de Riego lo hemos hecho acompañados por las organizaciones de regantes y quienes se vinculan al mundo del riego. No queremos que este caso sea la excepción y una vez que se aprueben las modificaciones a la Ley 18.450, ustedes (los regantes) nos den su visión para la creación del nuevo reglamento”, explicó Pereira.

Cabe destacar que en el marco de la primera sesión del Consejo se procedió a la elección de su presidente, siendo elegido en el cargo el actual Presidente de la Junta de Vigilancia del Río Maule, Gustavo Rivera, quien en una votación a mano alzada congregó los votos de 5 Consejeros.

“Es una gran satisfacción ser electo Presidente, por la confianza



Consejo de la Sociedad Civil en pleno, 8 de octubre 2009.

que han depositado en mi persona y en la institución que represento. En segundo lugar, este cargo significa un compromiso muy grande, porque de nosotros depende que logremos que este Consejo sea lo más dinámico y lo más activo posible, y que contribuya al objetivo deseado (...). "Nosotros desde el mundo privado observamos

que es una instancia formal muy interesante para establecer un mecanismo de trabajo", expresó Gustavo Rivera.

Otro de los elegidos por sus pares, para desempeñarse en el cargo de Vicepresidente de la instancia, fue el Presidente de la Comunidad de Aguas del Canal Azapa, Daniel Chipana, de Arica y



"Todo el proceso de prórroga de la Ley de Riego lo hemos hecho acompañados por las organizaciones de regantes", explicó el Secretario Ejecutivo de la CNR, Nelson Pereira.

Parinacota. Quien tendrá la importante responsabilidad de representar en este Consejo a los regantes del norte de nuestro país.

"Como organización del extremo norte del país aprovecharemos la oportunidad de participar de esta instancia para trabajar por el desarrollo de nuestro sector y estar a la altura del Consejo. Aportar a la creación del nuevo reglamento tras la aprobación de la prórroga de la Ley 18.450 será parte de nuestras primeras tareas", señaló Chipana.

El resto del Consejo lo constituye Alfonso Montenegro, Presidente de la Junta de Vigilancia Río Choapa; Juan José Lyon, Presidente de la Federación de Juntas de Vigilancia VI Región; Guillermo del Pino, Presidente Asociación de Regantes Maule Sur; Luis Mayol, Presidente Sociedad Nacional de Agricultura (SNA); Rigoberto Tu-

rra, Presidente Corporación Movimiento Unitario Campesino y Etnias de Chile (Mucech); Milton Rodríguez, Presidente Confederación Nacional de Cooperativas Campesinas de Chile (Campocoop LTDA); Alicia Muñoz, Presidenta Asociación Nacional de Mujeres e Indígenas (Anamuri) y; Eduardo Holzaphel, Decano Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad de Concepción.

La primera tarea que tendrá el Consejo interino, será revisar el reglamento de esta instancia para su expresión definitiva, el cual deberá quedar resuelto el mes de diciembre próximo. En lo técnico, se verá la propuesta de adecuaciones al reglamento de la Ley 18.450 en función de las modificaciones de ésta, y por último, evaluar la política en términos de fortalecimiento de organizaciones que desarrolla la CNR. **CR**



Parte importante de lo abordado en la primera sesión de Consejo estuvo orientado a las modificaciones a Ley de Fomento.

## AGUA & CALOR

### Use su pozo profundo con doble propósito

- Construya su loop geotérmico, climatice su hogar o industria y reutilice el 100% del agua extraída.
- Un sistema ecológico de muy bajo costo operacional.



Compañía Chilena  
de Perforaciones Ltda.  
agua subterránea

www.pozosdeagua.com  
info@pozosdeagua.com



www.geoenergy.cl  
info@geoenergy.cl

Dos nuevos concursos de la Ley de Riego:

# Energías renovables no convencionales y Construcción y rehabilitación de embalses

Este 9 y 10 de diciembre se puede postular al concurso número 20-2009 de la Ley 18.450 de Fomento a la Inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje, cuyo tema es "Tecnificación Con Energías Renovables No Convencionales (ERNC)".

Es primera vez que se realiza un concurso especial de este tipo debido a que el uso de energías renovables no convencionales está muy restringido todavía en el país. Hay muy poca tecnología disponible en el mercado, pero es un tema que cobrará fuerza. De hecho, el fondo de 300 millones de pesos destinados a estas energías es un monto relativamente bajo comparado con el de los demás concursos de la Ley 18.450, pero esa es una estrategia de la Comisión Nacional de Riego y que ha surtido efecto en otros concursos nuevos, puesto que de no ser usados esos recursos se pierden. La idea es entusiasmar a la gente de cara a futuros concursos sobre ERNC.

Las Bases de este concurso señalan que está abierto para todas las energías renovables no convencionales. Sin embargo, según Marcial González, profesional de la División de Estudios y Desarrollo de la CNR, "se espera la participación de microcentrales asociadas a obras de riego, pero también podría haber interés en otras fuentes no convencionales, como energía eólica o solar", respecto de las

cuales ya hay tibias experiencias en Chile.

"Por el costo de la energía, lo que se busca es incentivar a los agricultores a aprovechar los canales para generar energía hidroeléctrica a través de microcentrales", añade Marcial González.

Gustavo Roa, encargado de Bases y criterios técnicos de revisión del Departamento de Fomento al Riego, explica: "La razón para estrenar este concurso exclusivamente para ERNC es que los proyectos que incorporan este tipo de energías son todavía relativamente caros y de poca superficie, lo que los hace más onerosos todavía por hectárea. Eso los vuelve muy poco competitivos en comparación con un proyecto cuya generación de energía se abastece del sistema interconectado central, donde el costo de electrificación es básicamente función del tendido eléctrico y muchas veces este costo lo asume el solicitante sin pedir subsidio, abaratando así el costo del proyecto".

"Por eso se restringe el concurso para que sólo proyectos con ERNC compitan entre ellos. Así no hay distorsión desde el punto de vista del acceso a la postulación", añade Roa, encargado de las bases de todos los concursos de la Ley 18.450.

Los 300 millones de pesos del concurso están destinados al área geográfica comprendida entre las regiones de Atacama y Los Lagos.



Foto de embalse beneficiado por el concurso 19-2008 para ser desembarcado. Sector de San Clemente.

El 9 y 10 de diciembre son las postulaciones para el concurso de energías renovables no convencionales (ERNC) y el 14 y 15 de diciembre para la construcción y rehabilitación de embalses de regulación corta y estacional. Para las ERNC, que se realiza por primera vez, hay comprometidos 300 millones, y se esperan postulaciones con proyectos de hidrogenación, y posiblemente eólicos y solares. Y para el segundo, de embalses, que se ejecuta por segunda vez, serán destinados 1.000 millones de pesos. Cada uno cuenta además con grupos especiales de competencia.

Alejandro Pardo

A su vez, este fondo se divide en dos grupos o nichos. Los nichos son focalizaciones que se hacen para promover una competencia más equilibrada cuando hay competidores dispares, y que nacen, por ejemplo, a sugerencia de las Comisiones Regionales de Riego (CRR) que informan a la Comisión Nacional de Riego sobre la necesidad de restringir parte del fondo a competidores de un grupo o una zona donde se están desarrollando proyectos clave. Es lo que se conoce como una competencia cerrada.

Uno de los nichos es exclusivamente para proyectos de tecnificación presentados por pequeños productores agrícolas y pequeños empresarios agrícolas con un monto de 150 millones de pesos. Aquí están comprendidos los agricultores que disponen de un terreno no superior a las 12 hectáreas de riego básico, como requisito mínimo.

El otro nicho es para proyectos de tecnificación presentados por empresarios medianos con un monto de 150 millones de pesos. Acá están comprendidos quienes trabajen un terreno superior a 12 hectáreas de riego básico e inferior a las 100 hectáreas de riego ponderadas (ver Bases en sitio de la CNR [http://www.cnr.cl/opensite\\_20090109115223.aspx#20091021172202](http://www.cnr.cl/opensite_20090109115223.aspx#20091021172202)).

Estas Bases del concurso explican que el proyecto de riego tecnificado en sí mismo puede ser tradicional, lo que importa es que la fuente de energía que abastece al equipo de bombeo provenga del aprovechamiento de una fuente renovable de energía no convencional.

Otro dato interesante es que la Ley 18.450 no contempla la capacitación en ERNC. Uno de los requisitos en sus Bases es que el sistema de generación de energía sea montado o supervisado por un electricista registrado en la Superintendencia de Electricidad y



Sector de San Clemente. Foto de embalse beneficiado el año 2008.

Combustibles (SEC) y que además tenga conocimientos en este tipo de energías.

A la CNR ha llegado gente a preguntar por este concurso y hay consultores que han contado sus casos y profesionales de esta institución han visitado una serie de proyectos posibles de presentarse.

### Tres grupos de competencia para embalses

El concurso 20-2009 de ERNC recoge la experiencia del concurso 19-2009, que va en su segundo año. Este último se denomina "Construcción y Rehabilitación de Embalses de Regulación - Nacional" y compromete fondos por un total de 1.000 millones de pesos.

En la primera versión del concurso los resultados fueron óptimos, "la gente quedó muy contenta", según explica Gustavo Roa.

Las Bases de este concurso fueron subidas a la página web de la CNR el miércoles 21 de octubre y las postulaciones serán recibidas los días 14 y 15 de diciembre próximos.

El objetivo del concurso es rehabilitar los embalses en desuso por embancamiento o que requie-

ren de reparaciones de sus muros u obras de arte. Según Gustavo Roa, "los postulantes deben calcular el volumen del movimiento de tierra requerido para devolverle al embalse su capacidad original y definir dónde se ubicará el botadero ya que no siempre es posible deshacerse de este material, debiendo pagar en algunos casos por el acceso al botadero. Algunos agricultores aprovechan de rellenar sectores bajos de sus predios con la tierra extraída. Todos estos costos de extracción y traslado provocan que este tipo de embalses queden inhabilitados". Además, este concurso permite subsidiar la construcción de embalses nuevos, su revestimiento interior y la construcción de sus obras de arte (obras de entrega y toma, desarenadores, etc).

Al concurso pueden postular tanto agricultores individuales como asociaciones. Y los nichos o grupos de este concurso número 19-2009 son tres.

El grupo A, con un monto comprometido de 200 millones de pesos, tiene como foco los proyectos de prioridad regional presentados por pequeños productores, pequeños empresarios agrícolas, empresarios medianos y organizaciones de usuarios en los valles de los ríos Ligua y Petorca, en la

región de Valparaíso.

El grupo B cuenta con un fondo de 500 millones destinados a proyectos de la Macrozona Norte, es decir, de las regiones de Atacama y Coquimbo. Este grupo se subdivide a su vez en dos lotes: el primero es para proyectos presentados por pequeños productores, pequeños empresarios agrícolas y empresarios medianos con un monto de 200 millones de pesos; y el segundo lote, que cuenta con 300 millones de pesos, está focalizado para proyectos de organizaciones de usuarios de estas regiones.

El grupo C es para que concursen proyectos de todo el país con un fondo comprometido de 300 millones. Este grupo se subdivide a su vez en dos lotes: primero, proyectos presentados por pequeños productores, pequeños empresarios agrícolas y empresarios medianos, con un subsidio de 100 millones; y el segundo lote es para proyectos presentados por organizaciones de usuarios con un monto asignado de 200 millones.

La definición de pequeños productores, pequeños empresarios agrícolas y empresarios medianos es la misma que rige para todos los concursos de la Ley 18.450 (ver Bases en la página de la CNR, [www.cnr.cl](http://www.cnr.cl)). **CR**

# CURZATE<sup>®</sup>M-8

Efectivo Control de  
Tizón Tardío en papa.

(R) Marca registrada de E. I. DuPont de Nemours & Co.

Lea la etiqueta antes de usar el producto



*Los milagros de la ciencia*

Asistencia Técnica de Ventas

La Serena (09)437-2093 - Santiago (09) 335-1663

Rancagua (09) 535-0268 - Chillán (09) 335-1678 - Temuco (09) 655-9979

Logística y Despachos:

Teléfono 02/ 362 2460 Fax pedidos: 362 2212 Anexo: 2460

Av. El Bosque Norte 500, Of. 1102, Piso 11, Las Condes - Santiago -Chile, Teléfono 362 2200



Asociación Nacional de Fabricantes e Importadores  
de Productos Fitosanitarios Agrícolas S.A.



© Marca Registrada de E.I. DuPont de Nemours & Co.

La recarga artificial de acuíferos

# Un método para la gestión eficiente de los recursos de las zonas áridas

El rápido crecimiento de la población mundial ha hecho que en muchas zonas de clima árido y semiárido la demanda de sus limitados recursos hídricos haya aumentado notablemente en las últimas décadas.

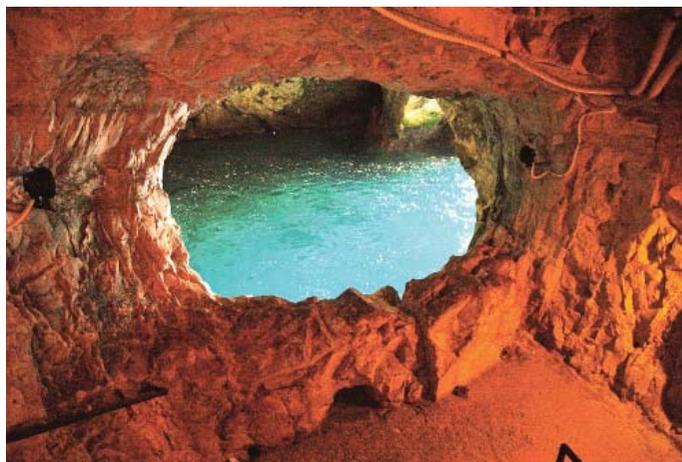
Las condiciones climatológicas de esas regiones son propicias para la agricultura.

El uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas usando recarga artificial de los acuíferos es el modo más efectivo de conseguir la utilización más eficiente de los recursos hídricos en estas zonas.

Por Mario R. Lloria

El rápido crecimiento de la población mundial ha hecho que en muchas zonas de clima árido y semiárido la demanda de sus limitados recursos hídricos haya aumentado notablemente en las últimas décadas. Las condiciones climatológicas de esas regiones son muy propicias para la producción de varias cosechas anuales lo cual contribuye al aumento de población en ellas. Partes de India, el noreste de Brasil y áreas en el norte de África son ejemplos de esta situación. El suministro de agua en estas regiones es predominantemente agua subterránea y su explotación se realiza con poco o muy limitado control. Esto ha causado condiciones de sobreexplotación de los acuíferos produciendo impactos desfavorables entre ellos el aumento en el costo de bombeo, la degradación de la calidad del agua, destrucción de humedales, empobrecimiento de suelos y hundimientos del terreno.

En países de condiciones económicas más favorables, estas zonas áridas y semiáridas que anteriormente eran empleadas para la producción agrícola, predominantemente para cultivos extensivos, actualmente tienen un rápido crecimiento urbano. Esto es debido a su clima moderado con condiciones favorables para realizar actividades al aire libre todo el año y que permite un tipo de vida más

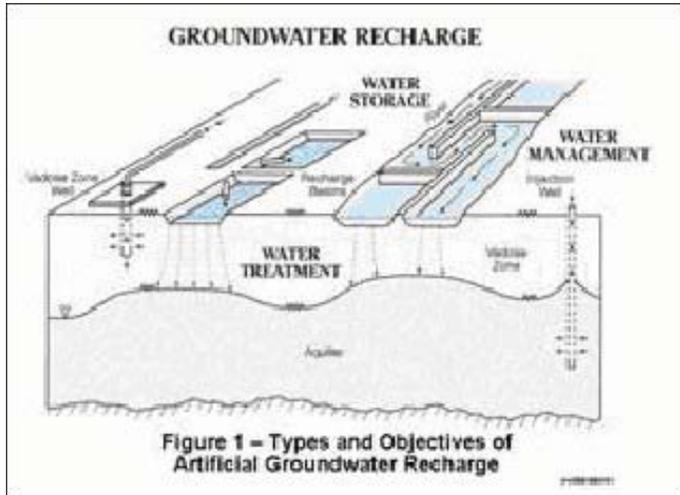


principales. Para sostener esta rápida tasa de crecimiento en esta región desértica, con limitados recursos hídricos, el mejor procedimiento ha sido la mejora de la gestión del agua.

## Recarga Artificial

El uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas usando recarga artificial de los acuíferos es la manera más efectiva de conseguir la utilización más eficiente de los recursos hídricos en las zonas áridas y semiáridas. Su aplicación comenzó en la década de 1950 en California adonde el rápido crecimiento de la población después de la Segunda Guerra Mundial ocasionó una rápida y elevada demanda de agua en esta región semiárida (Todd y Priestaf, 1997). Se construyeron proyectos de recarga artificial de acuíferos de gran ca-

atractivo comparado con el de zonas más frías. La región suroeste de los Estados Unidos, con esas condiciones climatológicas, es actualmente la de más acelerado crecimiento de población en ese país, con las ciudades de Phoenix y Las Vegas los núcleos urbanos



pacidad en los lechos secos de los ríos de este estado, especialmente en las zonas metropolitanas de San Francisco y Los Angeles así como en el Valle Central.

Los primeros para mejorar la administración del abastecimiento de agua potable. En el Valle Central para la irrigación de las extensas zonas agrícolas. Se importó el agua del Río Colorado y escorrentía de la Sierra Nevada a través de dos grandes acueductos y estas aguas se recargaron para reaprovisionar los acuíferos. Esta práctica continúa actualmente y se ha convertido en un método de alta eficiencia en la utilización de los escasos recursos hídricos. Todas las posibles fuentes de aguas, incluyendo las aguas residuales, se emplean. El estado de Arizona aprendió de la experiencia de California y ha mejorado y aumentado el uso conjunto de las aguas superficiales y subterráneas. Uno de los primeros pasos fue la de desarrollar y adoptar leyes que regulan la recarga artificial de acuíferos.

Este código, titulado el acta de Recarga, Almacenamiento Subterráneo y Recuperación, entró en vigor en 1986. Es el más completo de su clase en los Estados Unidos. En 1985 se completó en Arizona el acueducto del Proyecto Central (CAP). Esta obra hizo posible que agua del Río Colorado llegara a zonas agrícolas y urbanas de esta

zona del desierto del suroeste de Estados Unidos adonde hasta esa fecha el suministro de aguas era proveniente sólo del bombeo de los acuíferos. Para el almacenamiento y utilización más efectiva de este nuevo recurso hídrico el Salt River Project, la entidad más grande de aguas del estado de Arizona, construyó y opera la gran planta de recarga artificial el Granite Reef Underground Storage Project (GRUSP). Esta planta, ubicada en la zona metropolitana de Phoenix, suministra gran parte de la demanda de agua de cuatro millones de habitantes de esta ciudad, de la industria y de zonas agrícolas colindantes (Lluria, 1998; Lluria and Fisk, 1995).

Muchos otros proyectos de recarga operan en otras partes de Arizona y contribuyen a mejorar la gestión del escaso recurso hídrico mediante la aplicación del uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas. El proyecto Water Campus de la ciudad de Scottsdale un ejemplo de la utilización y gestión eficiente de recursos hídricos limitados. Esta planta emplea tres fuentes de aguas. Una de ellas son las aguas residuales tratadas a alto grado usando micro filtración y osmosis inversa. Estas se recargan por pozos de zona vadosa y se mezclan con el agua subterránea (Marsh, Dueker, and Small, 1998). El Water Campus es una

planta de tratamiento, almacenamiento subterráneo y recuperación. Esta totalmente automatizada requiriendo sólo de menos de diez operadores.

La aplicación del uso conjunto de las aguas superficiales y subterráneas no requiere planes elaborados ni grandes inversiones de capital. En países de escasos recursos económicos se pueden preparar y poner en práctica planes de bajo costo, como la denominada sobreexplotación controlada. En esta aplicación las aguas subterráneas constituyen el principal suministro de aguas en los periodos de sequía. Durante los ciclos húmedos se utiliza un mínimo de aguas subterráneas y se permite el reabastecimiento de los acuíferos por recarga natural o utilizando métodos sencillos de recarga artificial usando la abundante escorrentía (Sahuquillo and Lluria, 2003). Uno de los métodos simples de recarga es construyendo presas de tierra en cauces de ríos con alta permeabilidad.

## Tratamiento Edafológico

Otra de las aplicaciones importantes de la recarga artificial de acuíferos es el del manejo o control de la calidad de aguas. Esto se puede realizar recargando aguas contaminadas a través de la zona vadosa y dejándolas en residencia en el acuífero por un período de tiempo antes de su extracción. Aguas residuales municipales se dejan infiltrar utilizando balsas de recarga. Al pasar estas aguas a través de los suelos de la zona vadosa son sometidas a procesos físicos y químicos que en general mejoran su calidad (Bouwer, 1989). Algunos de estos procesos son adsorción, oxidación-reducción, intercambio iónico y precipitación disolución.

Las bacterias y virus también desaparecen durante el mecanis-

## Cuidado con los nitratos y los metales pesados

Según Ingeniero Agrícola de la División de Estudios y Desarrollo de la CNR, César González, no podría descartarse completamente la presencia de ciertos contaminantes en las aguas infiltradas dado que los efectos de las concentraciones de nitratos y algunos metales pesados presentes en las descargas líquidas de plantas de tratamiento de aguas servidas en las aguas subterráneas, por ejemplo, son acumulativos en el tiempo.

En Chile, la descarga de aguas servidas tratadas (o riles) hacia los cuerpos de aguas se encuentra normado estrictamente. Para el caso de las aguas marinas y continentales superficiales, se trata del DS/SEGPRES N°90/2000, mientras que la emisión de residuos líquidos a los cuerpos de aguas subterráneas se encuentra regulada a través del DS/SEGPRES N°46/2002.

mo de recarga. Este método de tratamiento utilizando los suelos se reconoce con el nombre de "Soil Aquifer Treatment" (SAT). En Arizona y California el SAT se emplea frecuentemente usando aguas residuales tratadas a segundo y tercer grado. El uso más acostumbrado de las aguas tratadas por SAT y luego extraídas del acuífero es para riego. Actualmente, se están realizando estudios para su utilización en el suministro de agua potable. En la cuenca de agua subterránea de Los Ángeles, California, se han hecho estudios epidemiológicos detallados en áreas donde se ha empleado el SAT de forma indirecta y donde se bombea para uso doméstico. Los resultados de estos estudios aún no indican que hay impactos de salud por el uso del agua subterránea de estas áreas. **CR**

Ingeniero francés Gabriel Maurat (1863 – 1929)

# Un gran aporte al riego en Limarí



El canal El Palqui-Maurat-Semita a la entrada del túnel de 1.000 m.

En la cuenca del Limarí, el agua y la infraestructura de riego son tan importantes que los primeros constructores son venerados y recordados como próceres. De Limarí ya conocimos la historia de Arturo Villalón y hoy destacamos otro caso emblemático, el del ingeniero civil francés Octavio Gabriel Maurat Gervais, quien construyó el canal El Palqui-Maurat-Semita para regar el valle de El Palqui.

El valle de El Palqui, ubicado inmediatamente sobre el embalse

La Paloma, corresponde en realidad a la ribera norte del río Guatulame, pero no podía ser regado por las aguas de ese río. Maurat en 1906 construyó el canal que rescata agua desde el río Grande –también tributario de La Paloma– a 28 km del marco partidior del primer regante del valle. Hoy la Asociación de Canalistas del Canal El Palqui Maurat Semita es la organización que administra y distribuye las aguas que riegan este generoso valle caracterizado por



sus primores. El canal, de una capacidad de más de 1 m<sup>3</sup> en bocatoma, incluye un túnel de 1.000 m en su trayecto y entra en el valle de El Palqui en sentido contrario al río Guatulame. En la actualidad riega más de 2.000 has y es el soporte hídrico de una de las agriculturas más rentables del Limarí.

## Algunos antecedentes biográficos de Maurat

El 31 de enero de 1863 en la ciudad de Poitiers, Francia, nació Octavio Gabriel Maurat Gervais, residente en Chile desde febrero de 1889. Realizó sus estudios en París y se recibió de Ingeniero Civil.

En 1889, bajo la administración del Presidente don José Manuel Balmaceda, fue contratado por la Dirección de Obras Públicas, realizando sus primeros trabajos en la Escuela Naval de Valparaíso. Poco después fue designado Ingeniero de sección en los trabajos del ferrocarril en construcción de Paloma a San Marcos, comuna de Monte Patria, con residencia en El Palqui. La historia cuenta que Maurat se fascinó con El Palqui y compró parte del valle con otros 5 socios.

Descrito como hombre de

carácter, de gran capacidad profesional y de una fuerza de voluntad admirable, el señor Maurat cumplió su misión hasta que la 'revolución de 1891' paralizó la línea férrea. Luego de regresar, renunció al ferrocarril para hacerse cargo de la construcción del canal Palqui.

Maurat hizo un estudio preliminar de la zona en el que vio la alternativa de hacer un túnel desde la parte de Mialqui a El Palqui, desechando la idea por su alto costo y optó por llevarlo por faldeos del río Grande desde la Bocatoma en la localidad de Semita hasta Los Litres en El Palqui, (aprox. 45 km) cruzando portezuelo hacia el Valle del Guatulame. Gabriel Maurat consiguió una Merced de agua que le fue otorgada en agosto de 1906. Teniendo el derecho se originó un problema porque los dueños de los terrenos no dejaban pasar este canal por sus propiedades. Por lo que finalmente construyó el Túnel Semita.

El canal El Palqui-Maurat-Semita capta sus aguas del río Grande frente a la localidad de Semita y su trayecto total es de 42 km. Los derechos de agua de este canal consisten en 352,57 derechos permanentes en el río Grande y de 300 'regadores de aguas' de derechos eventuales que equivalen a 4.500 l/s.

El ingeniero Gabriel Maurat falleció inesperadamente en Ovalle en 1929, luego de 40 años de residencia en Chile. Un proyecto largamente acariciado por la Asociación que administra el canal y por los habitantes del valle es instalar un busto de Maurat en la plaza del pueblo El Palqui, como reconocimiento a su gran aporte al riego y la agricultura de la zona. **CR**

Hace más de 100 años el ingeniero francés Gabriel Maurat visionó que el valle de El Palqui en Limarí, Región de Coquimbo, tenía un enorme potencial agrícola. No obstante debía enfrentar un gran desafío, el déficit hídrico debido a la baja pluviometría de la zona. Para llevar a cabo su plan Maurat construyó un canal para conducir las aguas del río Grande –con túnel de por medio– a El Palqui, valle ubicado en la ribera norte del río Guatulame, área que no podía ser regada con las aguas de este último río.

# En riego tecnificado, preferidos por expertos, elegidos por agricultores



## Amplia gama de productos

Exige calidad. Exige Vinilit.

  
**vinilit**<sup>®</sup>  
[www.vinilit.cl](http://www.vinilit.cl)

En todo Chile, junto a los principales distribuidores y empresas de riego tecnificado

• **Antofagasta:** Avenida José Miguel Carrera 1875, Depto. 303. Fono: (55) 281363 • **La Serena:** Santiago Baltra 295. Fono: (51) 213989 • **Viña del Mar:** 5 Oriente 295. Fono: (32) 2697564 • **Talca:** 1 Norte 801, Of. 307. Fono: (71) 230558  
• **Concepción:** Paicaví 1762. Fono: (41) 2250424 • **Temuco:** Callejón Massmann 420. Fono: (45) 224311  
• **Casa Matriz:** Avda. Pdte. Jorge Alessandri Rodríguez 10900, San Bernardo. Fono: 5924000 Fax: 5924040 [ventasagricolas@vinilit.cl](mailto:ventasagricolas@vinilit.cl)





# Soluciones Avanzadas en Riego Tecnificado

Amplia gama de productos garantizados y respaldados por las más prestigiosas empresas de productos de irrigación del mundo.



**SAER**<sup>®</sup>  
ELETROPOMPE

Electrobombas de superficie y sumergibles

**NAANDANJAIN**  
IRRIGATION

Goteros, Aspersión y Microaspersión



**chapin**  
Cintas de riego



## Santiago - Colina

Loteo Ind. Los Libertadores, sitio 31  
Fono: (2) 489 5000 / Fax: (2) 489 5016  
E-mail: [ventas@agrosystems.cl](mailto:ventas@agrosystems.cl)

## Curicó

Longitudinal Sur Km 193.  
Fono: (75) 319 470 / Fax: (75) 328 194  
E-mail: [curico@agrosystems.cl](mailto:curico@agrosystems.cl)

## Temuco

Tacna 01094.  
Fono: (45) 231 454 / Fax: (45) 231 915  
E-mail: [temuco@agrosystems.cl](mailto:temuco@agrosystems.cl)