

Chileriego

JUNIO 2010 - N° 42

Los regantes del Elqui apuestan por la hidrogenación

Cómo reparar los
tranques dañados
por el terremoto

Riego de alta tecnología
y bajo consumo eléctrico
en Limarí

Ley de Riego: Toma
fuerza el riego con
aguas limpias

Todo lo que usted necesita en riego

GRUPO DE EMPRESAS



Insumos de riego



www.tecnoagro.cl

Proyectos e Ingeniería



www.ritec.cl
ritec@ritec.cl

Insumos de riego en Sudamérica



www.tecnoagroandina.cl

Parques y Jardines



RAIN BIRD.

Fábrica tubería gotero integrado



Joint Venture para Sudamérica



Representamos



Chile-Perú



TECNOAGRO: El Rosal N° 5005, Huechuraba, Santiago, Chile / Teléfono: (56-2) 740 9198 Fax: (56-2) 740 9199

RITEC: Av. Ricardo Lyon N° 1356, Providencia, Santiago, Chile / Teléfono: (56-2) 919 8267

La dirección correcta



Luego del terremoto del 27 de febrero que dañó parte importante de la infraestructura de riego en la zona centro y sur del país, el Ministerio de Agricultura, a través de la Comisión Nacional de Riego, puso en marcha de inmediato un conjunto de medidas en directo beneficio de los agricultores afectados por los embates de la catástrofe.

Para ello se dispuso de 8.400 millones de pesos, a través de dos concursos de emergencia de la Ley de 18.450 sobre Fomento a la Inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje, números: 04-2010, de Rehabilitación de canales y 19-2010, de Rehabilitación de embalses; ambos dirigidos principalmente a reparar los daños en la infraestructura de riego, entre las regiones de Valparaíso y La Araucanía.

Chileriego se puso en marcha inmediatamente después de ocurrido los hechos. Es así como se publicó, en el pasado número, el catastro de daños en canales, y las fechas de presentación de los proyectos a los concursos de emergencia, ya individualizados.

Cabe destacar que la oportuna respuesta dada por el Ministerio de Agricultura, frente a hechos de la naturaleza que cada tanto nos remece, se condice con la importancia que el Gobierno del presidente Sebastián Piñera le ha otorgado a la agricultura en su programa.

Es en esta dirección que la Comisión Nacional de Riego, a través de todos sus instrumentos y especialmente la presente revista, trabaja para fortalecer las políticas de fomento y seguridad de riego.

Porque sabemos que el problema de los agricultores no ha terminado, seguiremos atentos trabajando como lo hemos hecho hasta ahora, creemos que es la dirección correcta, llevando a ustedes información útil en materia de riego, innovación, tecnología y avances.

A handwritten signature in white ink, consisting of a stylized 'A' followed by a long horizontal line that curves upwards at the end.

■ Noticias	3
■ Nelson Pereira y El futuro de la gestión del agua en Chile.....	10
■ El Director de Obras Hidráulicas y las metas del riego para el 2020	12
■ Lo que debe saber para reparar un tranque de riego	14
■ Generación eléctrica: el modelo de negocios de la JV del Elqui	22
■ Premio Nobel de Agua, Tony Allan, y Huella Hídrica	26
■ Reparaciones en el embalse Lluí Lliu	30
■ Ensayos de riego en cerezo del experto español Joan Girona.....	32
■ Proyecto de riego de alta tecnología y baja energía en Limarí.....	36
■ Toma fuerza el riego con aguas limpias gracias a Ley de Riego.....	40
■ La profesionalización de las Organizaciones de Usuarios del Agua	44
■ Ensayos de riego en uva de mesa Flame en Aconcagua.....	48
■ Noticias sobre el estado de los embalses de riego..	51
■ No se aplicará "factor de uso" en cambio de punto de captación	52
■ K-Line de Coprinsem y riego en praderas en el.....	55
■ Pronóstico Niño/Niña y de pluviometría para la próxima temporada	56

Oficinas de Información, Reclamos y Sugerencias:

Informaciones: 4257908 / 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 42 - Junio 2010

Comité Editorial de la CNR: Francisco Bastidas, 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 **Oficina:** Latadía 4602, Las Condes, Santiago. Teléfono: (2) 263 5713 - 228 9328. Fax: (2) 263 1423. **Suscripciones:** 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



En Aysén

Primer plan de riego y drenaje para optimizar el uso del agua

CNR incentivará las postulaciones a la Ley de Fomento al Riego y Drenaje, fortaleciendo el trabajo intersectorial para apoyar las iniciativas de particulares.

Se creó el primer Plan Regional de Riego y Drenaje y las bases de lo que será la política de riego y drenaje de la Región de Aysén. El seremi de Agricultura, Raúl Rudolphi, afirmó que "junto a la Seremi de Obras Públicas, DOH, INDAP, DGA y SAG, se está estructurando una política de riego y drenaje que permitirá optimizar el uso del agua, apoyar las distintas actividades productivas e incrementar la infraestructura para riego y drenaje a nivel regional". El plan contempla aspectos como territorios priorizados, obras mayores, medianas y pequeñas, moderni-

zación de la tecnología de riego y producción agropecuaria, apoyo a organizaciones de regantes e incentivos para la innovación.

La Intendente Pilar Cuevas suscribió un compromiso para optimizar el trabajo de la CNR con miras a estimular la productividad local. En tanto, Francisco Bastidas de la CNR, destacó: "Hemos generado concursos especiales, hemos hecho programas con la seremi de Agricultura para regularizar títulos de tierra y aguas y, a la vez, hemos hecho cursos de capacitación para generar en la región la capacidad profesional necesaria". La CNR diseñó un concurso especial para zonas australes, con una inversión total de 400 millones de pesos y plazo de postulación hasta el 18 de agosto de 2010.

CNR realizará diagnóstico y plan de desarrollo para regantes del río Ñuble

El estudio de la CNR "diagnóstico y plan de desarrollo participativo para el área del futuro embalse Punilla", tiene por objetivo definir las demandas de los regantes y establecer un plan de desarrollo participativo para el área del futuro Embalse Punilla. El objetivo general es definir las demandas de los regantes y establecer un plan de desarrollo para las organizaciones de usuarios del agua, con miras a la construcción del embalse Punilla y a la ejecución de un programa de apoyo en la puesta en riego.

Este estudio es desarrollado por la CNR y ejecutado por el departamento de Recursos Hídricos de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad de Concepción. Los principales componentes del estudio son: La inserción en el territorio y recopilación de la información existente; un catastro de la demanda de soluciones de riego de los usuarios del agua; un diagnóstico

de las organizaciones de usuarios del agua, la infraestructura comunitaria y el entorno ambiental, productivo e institucional; definir un plan de desarrollo para las organizaciones de usuarios del agua frente al escenario del embalse Punilla; y diseñar un plan de acción en el mediano y largo plazo que podría ser objeto de un programa de desarrollo implementado por la CNR.

"El estudio, que nos entregará la "fotografía" del actual momento de los regantes del Río Ñuble, constituye el punto de partida para próximos programas de la CNR, los que buscarán preparar a toda el área de influencia del futuro Embalse Punilla para conseguir que una vez construida la obra, el recurso hídrico sea bien aprovechado por todos y todas", señaló Nelson Pereira, Secretario Ejecutivo de la CNR. El estudio tendrá una duración de doce meses, desde mayo de 2010 hasta abril de 2011.

Llevamos 56 años de experiencia en la impulsión de fluidos, al servicio de la agricultura.

VOGT

Expertos en soluciones para impulsión de fluidos



Vogt entrega a sus clientes:

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

www.vogt.cl • vogt@vogt.cl

Álvarez de Toledo N° 669, San Miguel • Fono: 829 12 00 • Fax: 829 12 30

Con el apoyo de la CNR

Se realizó taller de capacitación para regantes del río Illapel

60 regantes del río Illapel conocieron el intenso trabajo que se ejecuta para hacer más eficiente el uso del agua en el territorio.

El Ministerio de Agricultura, a través de la CNR, con el objetivo de apoyar el desarrollo de las organizaciones de regantes del río Illapel, realizó el denominado "Taller de Trabajo para Regantes del Río Illapel". La actividad contó con la participación 60 regantes, además de profesionales de las diferentes reparticiones públicas que trabajan por el desarrollo hídrico de la Región de Coquimbo



(Dirección de Obras Hidráulicas, Dirección General de Aguas, y la Comisión Nacional de Riego).

"Creo que este taller fue extraordinario para nosotros y la

concurencia fue un éxito", expresó el Presidente de la Junta de Vigilancia del Río Illapel, Jaime Tapia. Algunos de los contenidos desarrollados fueron: la relevancia

de la organización de usuarios de aguas en la mejor administración del recurso hídrico y económico (DGA); la responsabilidad de las organizaciones de regantes en la administración del Embalse El Bato (DOH); y se presentó el Programa de Transferencia de Capacidades para Regantes del Río Illapel que se licitará prontamente con el apoyo del Gobierno Regional (CNR).

"El objetivo general de este Programa es transferir capacidades a los usuarios de aguas del Valle del Río Illapel, para mejorar la gestión del agua de riego y los recursos hídricos; contribuyendo de esta forma a mejorar el nivel de desarrollo económico del sector agrícola de la cuenca del río Illapel", señaló la profesional de la CNR, Marcela de Solar.

En Maule y Linares

MOP reparó Canal Pencahue y se trabaja en canal Melozal

La cartera, a través de la DOH, trabaja en la reparación y restablecimiento de diversos sistemas de riego. Por otra parte, continúan con normalidad obras del embalse Ancoa, las que registran un 46% de avance.

El Ministerio de Obras Públicas, a través de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), finalizó

los trabajos de emergencia para reponer el sistema de riego del canal Pencahue, en la Provincia de Talca, el cual sufrió serios daños tras el terremoto del 27 de febrero.

La estructura fue inspeccionada por el secretario regional ministerial de Obras Públicas del Maule, Juan Espinoza Pacheco, y el director regional de Obras Hidráulicas, Patricio Atria, quienes explicaron que el sistema de riego registró daños en distintos puntos, filtraciones en el sifón Panguilemo y un socavón en las inmediaciones del Cerro La Virgen, frente a la ciudad de Talca.

"En un muy breve plazo logramos ejecutar las obras de emergencia con un costo de 391 millones de pesos, con lo cuales pudimos superar el problema y restablecer la entrega de agua,

que beneficia a 7.500 ha", señaló Juan Espinoza Pacheco.

Diversas obras en ejecución

Atria informó que simultáneamente se inició la ejecución de obras de emergencia del orden de los 2.500 millones de pesos en el sistema de riego Melozal, en la Provincia de Linares.

Las faenas, que se prolongarán por al menos 6 meses, permitirán restablecer el sifón ubicado en del sector de Marimaura y el suministro de agua de la extensa red de canales ubicada al poniente de la ciudad de Linares.

Además se trabaja intensamente en el resto de las obras de riego que sufrieron daños en la región, como es el caso del canal Cumpeo, donde se evalúa la so-

lución a los daños y en el sistema del canal Digua, de Parral, donde se estudia implementar un mecanismo de financiamiento público-privado por un monto cercano a los 2.500 millones de pesos.

Embalse Ancoa

Respecto a la principal obra hidráulica que se construye en el Maule, como es el embalse Ancoa de Linares, las autoridades del MOP aseguraron que las faenas se desarrollan de manera normal, registrando a la fecha un avance físico del 46%.

"Tras el terremoto se registraron algunos derrumbes en el camino de acceso, los cuales fueron superados volviendo las faenas a la normalidad con un contingente de trabajadores que supera las 800 personas", concluyó el sere-mi, Juan Espinoza Pacheco.

¿SABE USTED QUIEN INVENTO EL RIEGO POR GOTEO?

GROW MORE WITH LESS

NETAFIM SOLUCIONES EN RIEGO

"Ahora lo sabe.....
Netafim lider mundial
en riego de bajo caudal"

RIEGOSISTEMAS
ES NETAFIM EN CHILE



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

NETAFIM™
GROW MORE WITH LESS

Nuevas Estaciones Meteorológicas Automáticas fortalecerán Red Agroclimática



Con la instalación de siete nuevas Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMAs), la Red Agroclimática ampliará su cobertura a localidades ubicadas en las regiones de O'Higgins, del Maule, Biobío, La Araucanía y Los Lagos. Esta iniciativa —que suministra datos actualizados sobre clima, requerimientos hídricos y procesos biológicos a los productores agrícolas— ha sido impulsada por el Ministerio de Agricultura, a través de FIA, con recursos del Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC).

Las EMAs se insertan en el "Programa Fortalecimiento del Sistema Agroclimático", iniciativa desarrollada por la Fundación de Desarrollo Frutícola (FDF), el INIA y la Dirección Meteorológica de Chile. Su costo total asciende a \$693 millones. A la fecha se tiene una cobertura del 73% de la producción frutícola y un 45% de la producción agrícola.

Las 7 nuevas estaciones de

transmisión automática, que forman parte de un grupo de 197 EMAs en total, capturan y entregan datos tales como velocidad y dirección de viento, radiación solar, horas frío, precipitación, humedad relativa, evapotranspiración y presión atmosférica, entre otras.

Los antecedentes recogidos por las EMAs e interpretados por softwares especializados se publican en el sitio web www.agroclima.cl y además se despachan a los usuarios vía correo electrónico y transmisión a los dispositivos móviles de los interesados suscritos.

La meta original de ampliación contemplaba la adquisición e instalación de 110 nuevos equipos. Ahora, con la extensión de la red se llegó a un total de 145 nuevas estaciones que tienen transmisión automática a los usuarios, logrando una cobertura prácticamente nacional, con la excepción de las regiones de Tarapacá, Antofagasta y Magallanes.

La desalación en el mundo crece a tasas del 12% anual

La desalación sigue creciendo. Y lo hace en todo el mundo. Según los datos de la Asociación Internacional de Desalación, en el planeta existen más de 14.400 plantas desaladoras en funcionamiento, con una capacidad total de 59,9 Mm³/día. Esto representa un incremento de un 12,2% respecto de 2008, la tasa de crecimiento más alta de esta industria desde los años ochenta. Además, existen 244 plantas (con una capacidad de 9Mm³/día) en proceso de construcción.

Desde 2007 la capacidad instalada de plantas de desalación ha crecido un 29,6%. Mientras Medio Oriente permanece como el mayor mercado, ha habido un cambio en la geografía de la desalación desde 2003. Los programas



a gran escala de Australia, España y Argelia han convertido a estos países en mercados más prominentes. Asimismo, comienzan a aparecer países como Chile, Libia, China e India interesados en desarrollar proyectos, tanto para uso humano, la industria o la agricultura.

Por países, el líder es Arabia Saudita, seguida de EE.UU., Emiratos Árabes Unidos, España, Kuwait y China. A la hora de hablar de financiación, en Medio Oriente son comunes los proyectos privatizados en los que el país anfitrión se reserva una pequeña participación en la propiedad de

la planta. Mientras tanto que en Australia el modelo de alianza financiera es típico en el caso de grandes infraestructuras, donde el gobierno y promotor del proyecto se asocian para realizar la obra, compartiendo ganancias y riesgos. Y en EE. UU. se sigue la tendencia de proyectos 100% privados.

El uso del agua sigue siendo principalmente para uso doméstico, con un crecimiento en los sectores agrícola e industrial. Para el futuro, se prevé que la desalación continúe expandiéndose y que en 2015 doble los datos de 2007. En cuanto a la dimensión económica de esta industria, hoy representa US\$10.000 millones, pero las previsiones señalan que la cifra se elevará a US\$16.000 millones en 2020.

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
LatinAmerica@fele.com

25 de Agosto 2010 en Casa Piedra

Primer Congreso de Riego y Drenaje AGRYD 2010

El congreso de AGRYD (Asociación Gremial de Riego Y Drenaje) se realizará en Casa Piedra (Stgo.) y se organizará en dos sesiones. La jornada de la mañana con temas de interés general, con conferencias a cargo de especialistas en cada una de las áreas, y la sesión de la tarde en que se realizarán talleres paralelos de carácter técnico.

Jornada de la mañana:

Disponibilidad Hídrica de Chile. Un mapa actualizado sobre la disponibilidad, manejo y uso de los recursos hídricos en Chile.

Normas de calidad de las aguas. Marco legislativo, de salud y protección del medio ambiente respecto al tema de calidad de las aguas; oportunidades y amenazas que enfrenta el comercio exterior chileno de productos alimenticios, en relación a la calidad de las aguas.

Mercado del agua en Chile. ¿Una realidad posible? Se enfrentan nuevamente dos mundos, el conservacionista y el economicista.

Jornada de la tarde:

Taller 1: Últimos avances tecnológicos en sistemas de riego y obras de drenaje. Todas las empresas inscritas al congreso tienen la posibilidad de presentar una comunicación técnica si desean participar en este taller.

Taller 2: Ley 18.450 de Fomento a las Inversiones en Riego y Drenaje. Este módulo entregará consejos prácticos para que los consultores de la Ley de Riego enfrenten los concursos con éxito. Se enfrentaran dos



visones, la de la CNR y la de un consultor exitoso.

Taller 3: La importancia de mantener y operar correctamente un equipo de riego tecnificado, sus costos y beneficios económicos y la importancia de la capacitación para cumplir con este objetivo.

Más información e inscripciones: <http://www.agryd.cl>

Cambio Climático y Huella del Agua:

Nuevo entorno para las empresas agrícolas y forestales

Santiago 21 de julio de 2010

Conferencias del seminario: **"Cambio climático y recursos hídricos, sus implicancias en la industria alimentaria y forestal de Chile"**

Samuel Ortega, Ingeniero Agrónomo, Ph.D. Director Centro de Investigación y Transferencia en Riego y Agrometeorología CITRA, Universidad de Talca

"Tendencias Mundiales en Contabilidad de Agua, Huella de Agua, Comunicación y Análisis de Riesgo para Empresas"

Rodrigo Acevedo, Ingeniero Agrónomo, Área Agroindustria, Fundación Chile Especialista en Huella del Agua.

"Tendencias Mundiales en Certificación y Estándares en el Manejo de Agua en las Empresas"

Miryann Ramírez, Ingeniero Civil, Área Bosques, Industrias, Construcción y Servicios Sustentables, Fundación Chile.

"Medición de Huella de

agua a Nivel cuenca: Caso Huasco"

Ulrike Broschek, Directora Agua & Industria, Área Medio Ambiente y Energía Sustentable, Fundación Chile.

"Huella de Agua y Análisis de Caso de la Aplicación de la Metodología en Alimentos y Productos Agropecuarios a Nivel Mundial"

Carolina Jaramillo, Ingeniero Agrónomo, Área Agroindustria, Fundación Chile. Especialista en Huella del Agua.

En Santiago el seminario se realizará en el Aula Magna de la sede Antonio Varas de DUOC-UC. Av. Antonio Varas 666, Providencia.

Los cupos son limitados y no se aceptarán inscripciones el mismo día del evento. Por información e inscripciones contactarse con: Norma Valdés, teléfono 02- 240 0429, Fundación Chile.

5-7 de diciembre

EEUU: Irrigation Show 2010

La Feria de Riego 2010 de la Irrigation Association, quizás la más importante del mundo en riego, este año se realizará en el Phoenix Convention Center de Phoenix, Arizona (EEUU). En la feria del año 2009 más de 280 expositores de todo el mundo presentaron sus productos, tecnologías y servicios vinculados al mundo del riego. Además se ofrecieron 25 cursos orientados a profesionales de la industria, más de 65 presentaciones técnicas con las últimas innovaciones en riego y seminarios de negocios.

Para más informaciones visite <http://www.irrigationshow.org/>

La unión hace la fuerza

Es tiempo de crecer



La prestigiosa empresa John Deere, con una gran trayectoria en la agricultura mundial, ahora se une con las empresas de riego Plastro Irrigation, T-Systems y Roberts Irrigation para crear la empresa líder mundial en tecnología de riego: **John Deere Water**



JOHN DEERE
WATER

Quilicura, Santiago. Teléfono: 562-4464444/15

Nelson Pereira, secretario ejecutivo de la CNR:

Presente y futuro de la gestión del agua en Chile

En el seminario de la Pontificia Universidad Católica sobre gestión del agua para riego, el secretario ejecutivo de la Comisión Nacional de Riego comparó los resultados de los censos agropecuarios de 1997 y 2007, en lo que se refiere a cultivos y riego, explicó el impacto de la Ley 18.450 en la tecnificación de riego y mostró que la mayor eficiencia hídrica ha impactado en el aumento de vides y frutales. Pero además expuso sobre los desafíos futuros del agua de riego.



Nelson Pereira.

El secretario ejecutivo de la CNR, Nelson Pereira, tituló su exposición "Gestión del Recurso Hídrico para Riego en Chile". Entre los múltiples aspectos que abordó, quizás el más importante es la disponibilidad futura de agua de riego en nuestro país.

En el norte de Chile salvo la IV región, gracias a su sistema de regulación por embalses, la disponibilidad de agua es de menos de 1.000 m³/año/hab y cuando un área cuenta con menos de ese volumen por habitante se considera que existe una presión severa sobre sus recursos hídricos. Pese a que en el sur la situación es más holgada, en general la tendencia es crítica.

Esa realidad ha impulsado un esfuerzo importante de la agricultura en términos de eficiencia hídrica, considerando que hoy este sector ocupa el 78% de los derechos de agua consuntivos.

Aquí es donde entra el tema de la gestión del recurso. Ante este escenario poco favorable, conviene citar lo que está haciendo Chile. "Si

comparamos los censos de 1997 y 2007 vemos un aumento de las superficies frutales y parronales y una leve disminución de los cultivos anuales, especialmente en la zona de secano, que se han convertido en plantaciones forestales. Esto ha ocurrido fundamentalmente en la VIII Región, donde ha habido una drástica disminución de la superficie agrícola", explicó Nelson Pereira. De hecho, los frutales pasaron de 234 mil a 324 mil hectáreas y los parronales y vides de 81 mil a 129 mil hectáreas, mientras que los cultivos anuales disminuyeron de 846 mil a 620 mil hectáreas.

Este desarrollo productivo ha sido posible gracias al aumento de la capacidad de agua embalsada. "El año 1970 Chile tenía 26 embalses, hoy son 39. Pasamos de ser capaces de embalsar 3.500 hm³ a cerca de 4.200 hm³. La superficie de riego abastecida por los embalses, pasó

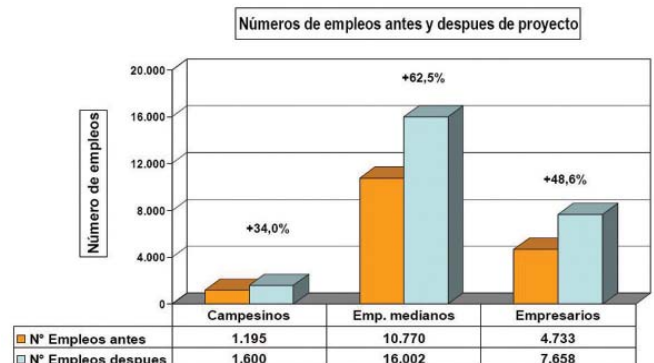
de 398 mil a 537 mil hectáreas".

Según el último censo, el total de superficie regada es de 1,1 millón de hectáreas, de las cuales un 30% es tecnificada: pasamos de 93 mil el año 1997 a 303 mil hectáreas el 2007. La mayor parte está en la zona centro sur, aunque las cifras del Norte Chico son muy auspiciosas.

¿Cuánto ha incidido la Ley 18.450 de Fomento a la Inversión Privada en obras de Riego y Drenaje en este salto en tecnificación? Según estudios de la CNR citados por Pereira, alrededor de 90 mil –de ese incremento de 210 mil hectáreas tecnificadas en 10 años–, fueron fruto de proyectos bonificados por la Ley, lo cual significa una contribución del 43%.

"Uno de los objetivos de la 'Ley de Fomento' es aumentar la superficie tecnificada hasta las 600 mil hectáreas, duplicando la actual su-

PROGRAMA DE OBRAS MENORES. LEY DE FOMENTO AL RIEGO CNR CREACION DE EMPLEOS



Fuente: Evaluación Ley N° 18.450 periodo 1997-2003

TABLA 1. Resultados del primer año en olivos para aceite
(Pencahue, temporada 2007/08)

PARÁMETRO	AGRICULTOR	SEPOR	%
Agua aplicada (mm)	494	325	-34,2%
Rendimiento de aceite (t ha-1)	2,41	2,43	0,8
Rendimiento de fruta fresca (t ha-1)	9,93	9,1	-8,4
Eficiencia del uso del agua (kg m-3)	0,49	0,75	53,1
Costo por concepto de energía (US\$/ha)	139	94	-32,4

TABLA 2. Resultados del primer año en uvas viníferas, cv Carménère
(San Clemente, temporada 2007/2008)

PARÁMETRO	AGRICULTOR	SEPOR	%
Agua aplicada (mm)	261	92,2	-64,7
Rendimiento de fruta (kg planta-1)	8,1	8,6	6,2
Antocianinas totales en las uvas (mg L-1)	2304	2402	4,3
Riqueza fenólica en las uvas (sin dimensiones)	40,8	35,4	-13,2
Costo por concepto de energía (US\$/ha)	142	82	-42,3

TABLA 3. Resultados preliminares de programa piloto (2007/08)

Cultivo	Ahorro de agua (%)	Sistema de riego
Manzano	17	Tendido
Uva de mesa	18	Goteo
Uva vinífera	40	Goteo
Olivos	38	Goteo

perficie", enfatizó Pereira. Porque, según añadió, habría mercados para otras 400 mil hectáreas de riego en Chile.

La Ley de Riego ha tenido consecuencias concretas, como por

ejemplo, el cambio en los patrones de cultivo. Un estudio de la CNR graficó la situación anterior y posterior a la concreción en diversos lugares de las obras menores de riego bonificadas por la Ley, consi-

derando el período 1997-2003: las plantaciones de frutales aumentaron 50%, de 15.800 a 23.900 ha; las vides viníferas, 91%, de 6.500 a 12.400 ha; mientras que las tierras sin uso agropecuario disminuyeron un 63%, de 13.400 a 4.900 ha.

Otro efecto notable de la Ley de Riego es la generación de empleos, graficada de la misma manera: entre 1997 y 2003, cómo cambió el mapa de empleos en un lugar antes y después de una obra de riego de la Ley.

"Las obras de riego son uno de los sectores de la economía que más empleo generan. Los que más crean son los empresarios agrícolas medianos. Después vienen los empresarios grandes y finalmente los campesinos, porque se trata de obras propias dentro de sus predios generalmente", explicó Pereira.

SEPOR en olivos y vides

Algo destacable es el SEPOR: Servicio de Programación y Optimización del Uso del Agua de Riego, el que podría ayudar a digitalizar el agro. Las estaciones agrometeorológicas generan datos de los principales factores agronómicos de riego, información que es procesada y luego transmitida a través del teléfono celular, o de Internet para que los agricultores tomen de manera óptima sus decisiones. Mide factores como temperatura, humedad relativa, velocidad del viento, radiación solar, precipitaciones, evapotranspiración, tiempos y frecuencias de riego. Con esa información pueden saber día a día cuánta es la cantidad de agua por tipo de cultivo que deben aplicar. El sistema, ejecutado por la CNR y la Universidad de Talca, opera en la 2ª Sección del río Cachapoal, VI Región, y en el Maule Norte y Longaví, VII Región.

Impulso a las Centrales de pasada

Otra área estratégica que se

Desafíos de la CNR

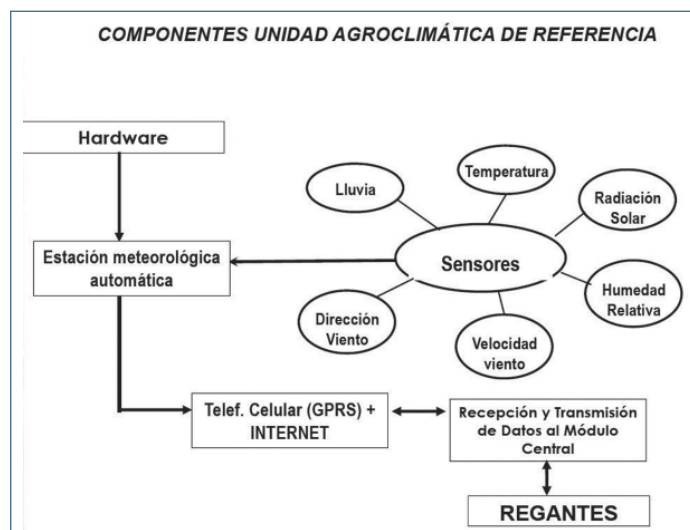
- Profesionalización de las OUA.
- Programa permanente de capacitación y fortalecimiento.
- Modernización: SIG, informática, telemetría y automatización, sistemas cerrados de conducción y entrega.
- Gestión de la calidad del agua.
- Establecimiento de cargos mediante perfil por competencias.
- Benchmarking: sistematización y difusión de experiencias destacadas.
- Desarrollo organizacional en todos los niveles por OUA y por cuencas.

está estimulando es la hidrogenación eléctrica. La CNR ha hecho estudios con la Comisión Nacional de Energía (CNE) que concluyen que el potencial de centrales de pasada en canales y embalses es de 860 Mw en minicentrales de 2 a 20 Mw, y de 1.500 Mw en minicentrales de menos de 2 Mw. Es decir que el Potencial de Microgeneración (<2Mw) podría satisfacer las demandas energéticas del sector agrícola, que son de 1.220 Gwh.

"Con esto estamos tratando de sistematizar y acercar los posibles modelos de negocio entre las Organizaciones de Usuarios del Agua y los inversionistas interesados en estas centrales de paso. No hay subsidios comprometidos, entonces la labor del Estado es viabilizar estos proyectos a través del traspaso de información. Pero en el caso de la Ley 18.450 sí incluimos como costo subsidiable la posibilidad de generación eléctrica para poder operar los propios sistemas de riego en el interior de los predios", explicó Nelson Pereira.

Destacó como ejemplo la Central Lircay en el Maule Norte, con una capacidad instalada de 18 Mw y una producción de 130 Gw/hora al año. **CR**

Así funciona el SEPOR



Riego 2020:

Incrementar la superficie regada en 520 mil hectáreas

Para responder a las necesidades del país en diez años más, Chile necesita regar, al menos, 400 mil nuevas hectáreas. ¿Cómo hacerlo? Terminando de construir una red de canales de 206 kilómetros y recubriendo otros mil, y agregando embalses por casi 1.500 millones de metros cúbicos. El desafío implica triplicar la inversión en obras de infraestructura de riego de la DOH.

En los últimos años de la pasada década, el entonces ministro de Obras Públicas, Sergio Bitar, se abocó a la tarea de proyectar las obras de infraestructura que serán necesarias construir para el país hacia 2020. Después de un trabajo de dos años, realizado en conjunto con expertos, dirigentes sociales y empresariales, se editó en enero el libro "Chile 2020 Obras Públicas para el Desarrollo", en el que se definió al agua como uno de los ejes estratégicos para el futuro de Chile. Y, en este contexto, se le dedicó especial atención a los embalses y obras de regulación.

"Chile se ha planteado devenir en potencia agroalimentaria antes del 2020. Alcanzar las metas de exportaciones asociadas a este objetivo supone una ampliación de la superficie cultivada con rubros de alto valor, tales como frutas, hortalizas, semilleros o vitivinicultura, lo cual debe ir aparejado con un mejor control de su producción e incrementos sostenidos en la productividad física y económica", dice el documento. A lo que agrega



algunos aspectos indispensables a promover como el abastecimiento de agua de riego con seguridad adecuada, la protección frente al riesgo de fallas catastróficas hidrológicas, la utilización de métodos cada vez más eficientes de captación, conducción y aplicación del agua, y un riguroso control de los procesos de contaminación del recurso hídrico.

"El Ministerio de Agricultura planteó Chile Potencia Agroalimentaria y que el país pudiera crecer en unas 400 mil hectáreas adicionales.

Esto ha sido acogido por el actual gobierno", apunta Juan Antonio Arrese, director de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas (MOP) en una presentación en el Foro de Innovación Tecnológica "Gestión del Recurso Agua", realizado el 22 de abril de 2010 en la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica. La cifra -400 mil hectáreas- quizás en apariencia no diga mucho, pero significa bastante.

Según números gubernamentales, entre 1990 y 2011 se habrá embalsado en Chile 21 veces más que en los 20 años anteriores. Sólo entre 1990 y 2000 se hicieron embalses por 447 millones de metros cúbicos gracias a la construcción de Puclaro, Santa Juana, Corrales y Convento Viejo (I Etapa). Hoy en el país se riegan un millón de hectáreas con un 85% de seguridad, con una tasa de utilización promedio anual de 14 mil m³ por hectárea. Es decir, se utilizan 14 mil millones de metros cúbicos para agua de riego y los embalses cubren el 30% de esa demanda. En total, hay cuatro mil millones de metros cúbicos de agua embalsada distribuidos en 35 obras de regulación (cifras año 2000).

En consecuencia, crecer en 400 mil hectáreas, considerando esa misma tasa, implicaría embalsar 1.200 millones de m³ adicionales. Ello, por el lado favorable de la balanza, no considera los aumentos de eficiencia hídrica (se cree que se puede llegar a los 10 mil metros cúbicos por hectárea regada al año). Pero, por la otra cara, tampoco toma en cuenta

sequías cada vez más frecuentes y el alza de las temperaturas producto del cambio climático, con consecuencias en la falta de acumulación nival en la cordillera.

Embalses y Canales

El tema es cómo lograr la meta. Y en el MOP, específicamente en la DOH, tienen ya alguna idea, la cual se divide en dos partes: los canales y los embalses. El objetivo es, en lo inmediato, concluir una costosa y larga serie de obras que se calculan en US\$ 2.530 millones y que permitirán incrementar la superficie regada en 520 mil hectáreas, 120 mil más que las 400 mil presupuestadas inicialmente.

Por una parte, en lo inmediato las autoridades se han propuesto terminar algunos sistemas de regadío en ejecución. En estos momentos se está trabajando en los sistemas Laja Diguillín, Faja Maisán y los canales del Huasco vinculados al embalse Santa Juana, en la Tercera Región. Entre todos ellos alcanzarán los 206 kilómetros de canales y beneficiarán unas 55 mil hectáreas; las obras costarán US\$ 90 millones. Al mismo tiempo, se privilegiará también la inversión en canales de propiedad fiscal con riesgo de colapso o con el fin de hacer más eficiente la conducción. De los quince mil kilómetros de canales primarios y secundarios que tiene la red en Chile, todavía hay 2.200 de propiedad estatal, de los cuales sólo 400 km están revestidos. El plan 2020 pretende avanzar en el revestimiento de mil kilómetros de los 1.800 que todavía faltan. De esta

Canales en Ejecución

Región	Proyecto	Superficie beneficiada (Ha)	Inversión ejecutada (Mm\$)	Inversión por ejecutar (Mm \$)	Inversión total (Mm\$)
Atacama	Mejoramiento Canales del Huasco	4.400	8.300	0	8.300
Bío Bío	Canal Laja Diguillín	43.400	99.000	28.000	127.000
Araucanía	Canal Faja Maisán	7.200	30.300	22.000	52.300
TOTAL		55.000	137.600	50.000	187.600

Embalses 2010-2016

Región	Embalse	Inicio de obra	Término de obra	Pot. estimada (mw)	Canales asociados (km)	Volumen (Mill. M³)	Sup. beneficiada (Ha)	Inv. Estimada (Mm\$)
Valparaíso	Chacrillas	2009	2012	5	60	27	7.000	31.000
Valparaíso	Ligua (Embalse Los Ángeles)	2011	2013	-	30	50	5.200	44.000
Valparaíso	Petorca (Embalse Las Palmas)	2011	2013	1	50	55	6.500	50.000
Valparaíso	Puntilla del Viento	2010	2015	7	0	120	61.000	220.000
Bío Bío	Punilla	2012	2016	94	500	600	52.300	275.000
TOTAL				107	640	852	132.000	620.000

Embalses 2015-2020

Región	Embalse	Potencia estimada (mw)	Volumen (Mill. M³)	Superficie estimada a beneficiar (ha)	Inversión estimada (mm\$)
Coquimbo	Valle Hermoso	2	20	1.500	25.000
Coquimbo	Murallas Viejas (El Quillay)	2	20	3.000	22.000
Coquimbo	La Tranca	2	25	2.000	17.000
Valparaíso	Ligua (Embalse Alicahue)	1	56	4.500	60.000
Valparaíso	Petorca (Embalse Pedernal)	-	31	3.300	33.000
	Embalses varias regiones	32	667	105.700	374.000
TOTAL		39	819	120.000	531.000

forma, se podrían recuperar recursos hídricos para regar 136 mil nuevas hectáreas sólo por este concepto. El costo: US\$ 180 millones. Es decir: US\$ 18 millones al año, el doble de lo que se invierte actualmente en la materia.

Y están los embalses. Hoy El Bato (IV Región), Convento Viejo (II Etapa, VI Región) y Ancoa (VII) se encuentran en distintas etapas de avance en su construcción. Mientras el último va en un 30% (se espera que concluya en 2011), las presas de los dos

primeros están terminadas y sólo les falta la red de canales (ver ChileRiego N° 41). Entre los tres sumarán 350 millones de metros cúbicos embalsados y algo más de 76.000 hectáreas de riego.

Además, para el futuro inmediato la idea es iniciar la construcción de otros cinco proyectos que regarán 132 mil hectáreas adicionales, especialmente en la Región de Valparaíso. "La V Región de alguna forma ha quedado atrás en materia de embalses. Es una zona de vasta agricultura.

Tanto el Valle de Aconcagua, Putaendo y La Ligua-Petorca se encuentran desprovistos de embalses. Hoy en día sólo en La Ligua-Petorca hay unas 14 mil hectáreas de riego de alta rentabilidad pero que no tienen la seguridad pertinente", comenta Juan Antonio Arrese. Las obras planificadas para el periodo 2010-2016 son Chacrillas (se iniciará a fines de año, V Región), La Ligua (V), Petorca (V), Puntilla del Viento (V) y Punilla (VIII). Entre todas sumarán 852 millones de metros cúbicos.

Por otra parte, existe una serie adicional de proyectos con ingeniería en preparación para las regiones de Valparaíso y Coquimbo, que se llevarían a cabo entre 2015 y 2020. Éstos son los de Valle Hermoso (IV), Murallas Viejas (IV), La Tranca (IV), Alicahue (La Ligua), Pedernal (Petorca), además de otros embalses que ya están identificados a lo largo del país (como Chironta en Arica). En total debieran acumular unos 819 millones de m3 y regar unas 120 mil hectáreas. Con ello se alcanzaría una superficie regada sobre 328 mil hectáreas a un costo de US\$ 2.260 millones, y se acumularían sobre los dos mil millones de metros cúbicos, superando la meta inicial de 1.200 millones. "Si uno analiza toda la inversión, estamos hablando de US\$ 250 millones al año. Hoy día la inversión de la DOH en promedio en los últimos tres años bordea los US\$ 80 millones. Significa que en el periodo tendríamos que triplicar la inversión en obras de riego", reflexiona Juan Antonio Arrese.

El camino, sin embargo, todavía no está claro. De partida, los daños del terremoto ya significarán al menos el desembolso de US\$ 40 millones adicionales para riego, además de la redistribución de los recursos para financiar otras obras de reconstrucción. "Este programa 2020 es una propuesta, no es una imposición", dice el director de la DOH. Incluso, confiesa, hay muchos proyectos que el Consejo de Ministros de la CNR ni siquiera ha visto. "Aquí va a haber que hacer esfuerzos mancomunados entre el sector público y el sector privado para financiar las obras de riego. Hay que ser muy creativos y propiciar el uso múltiple del agua. De manera que aquí hay un desafío país", agrega Arrese. Ese desafío se llama Chile 2020. En total, las obras de los embalses El Bato, Ancoa y Convento Viejo, y las redes de canales en construcción –que son las que con seguridad serán culminadas– suman 131.000 hectáreas. Es un tercio de la meta. Todavía faltan 270.000. **CR**

Daños por terremoto

Lo que debe saber para reparar su tranque de riego



Mallarauco post terremoto. Deslizamiento muro por talud 1:2,0.

Tal como se reportó en Revista Chile Riego N° 41, después del terremoto los embalses de regulación (también conocidos como tranques) en las zonas afectadas sufrieron daños equivalentes a 6 mil 782 millones de pesos. Ello motivó a la CNR a adelantar el concurso 19-2010, originalmente desarrollado para construcción y rehabilitación de tranques a nivel

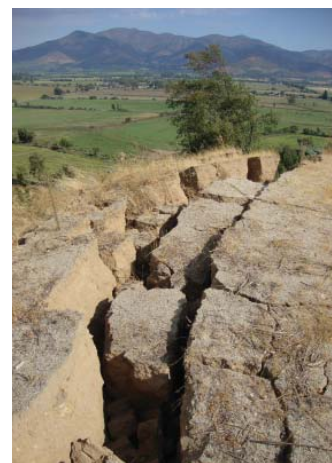
nacional. Lo transformó, en cambio, en el "Concurso Especial de Emergencia – Rehabilitación de Embalses afectados por Terremoto de Febrero 2010", destinado a pequeños productores agrícolas, pequeños y medianos empresarios y organizaciones de usuarios de obras de riego.

Y es que la infraestructura de riego quedó complicada en

En este artículo revisamos los daños más comunes que sufrieron los tranques para riego y exploramos las formas en que pueden ser reparados. Asimismo veremos la forma de evitar futuros problemas. Algunas de las empresas consultoras con experiencia en construcción y reparación de tranques nos entregan sus recomendaciones.

Por Jorge Velasco Cruz

las regiones impactadas por el sismo de febrero. Sólo en el mes de marzo, la empresa Cepia Ingenieros, la principal consultora del país presentadora de proyectos para concursos de la Ley 18.450 de Fomento a la Inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje, recibió denuncias por daños en unas cuarenta obras entre las regiones del Biobío y del Maule. Lido Tortello, Gerente de Maiposur, empresa que ofrece servicios de ingeniería y construcción de tranques, recuerda que en los primeros días después del terremoto visitó al menos una docena de tranques afectados entre las regiones Metropolitana y Séptima. Y la Consultora Prosur, afincada en la Séptima Región y otro de los líderes en consultorías para la Ley 18.450, había recibido otras diez solicitudes. Gabriel Val-



Tranque en un cerro, Mallarauco. El deslizamiento se produjo por el exterior por talud 1:1,5. El tranque se encontraba a su máxima capacidad al momento terremoto.

dés Arriagada, su gerente general, comenta: "El terremoto afectó considerablemente a la mayoría de los tranques de nuestra región

IRRIGA



Sistema portátil, para líneas de irrigación por aspersión.

🐾 Velocidad:

Este sistema permite mayor velocidad de montaje y desmontaje. No requiere el uso de herramientas.

🐾 Variedad:

La línea se completa con la variedad de opciones en accesorios.

🐾 Durabilidad:

Toda la línea es resistente a productos químicos, cuenta con protección rayos UV. Los enganches metálicos son galvanizados, garantizando mayor vida útil.

PLASSON



- ◆ Alta performance
- ◆ Excelente diseño
- ◆ Instalación sencilla
- ◆ Uniones más resistentes
- ◆ La solución más económica



TIGRE RURAL

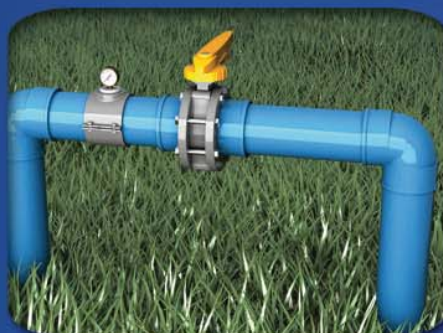


- ✓ Estanqueidad garantizada.
- ✓ No requiere abrazaderas (conexiones con anillos de traba).
- ✓ Sistema Completo.

- ✓ Facilidad de transporte.
- ✓ Seguridad.
- ✓ Durabilidad.
- Protección a rayos UV.
- ✓ Evita la pérdida de agua.

TIGRE
Instaló Tigre, está tranquilo.

RIEGO Y DRENAJE



VÁLVULAS

Línea Completa Versatilidad Durabilidad Estanqueidad Fácil Mantenimiento

Las válvulas Tigre desarrolladas íntegramente en PVC, confieren gran seguridad y durabilidad en todas las instalaciones. Diseñada para satisfacer las más altas exigencias en las instalaciones de redes de agua tanto en riego, infraestructura y domiciliario.

JUNTA ELÁSTICA INTEGRADA



- ✓ Evita la pérdida del anillo de goma durante el transporte o almacenamiento de los tubos.
- ✓ Seguridad al evitar posibles filtraciones.
- ✓ Para proteger el área del sellado de la contaminación por arenas o impurezas que podrían penetrar entre el anillo y su alojamiento en la campana de la tubería.

Medidas para reducir grietas:

- Construir el muro con rellenos poco compresibles bien compactados, que experimenten asentamientos propios reducidos al término de la construcción.
- Reducir a un mínimo los asentamientos provocados en el subsuelo de fundación.
- Darle al eje del muro una ligera curvatura (cóncava hacia aguas abajo), lo que produce una compresión del núcleo por el llenado del embalse. De esta forma, se reducen las tensiones que pueden producirse por asentamientos diferenciales. Esto sólo se puede aplicar en muros en quebradas.
- Utilizar en los metros superiores del muro, suelos adecuados y capaces de absorber asentamientos diferenciales sin agrietarse. Sólo es aplicable cuando existen materiales de este tipo.
- Si las paredes de los empotramientos (tranques de quebradas) son muy inclinadas, puede resultar aconsejable excavarlas para dejarlas más tendidas.
- Para reducir los peligros provocados por el agrietamiento, recurrir de preferencia a filtros de material granular (arena y/o grava) que son capaces de sellar o rellenar las grietas cuando se producen (autocicatrizantes) y evitan así el arrastre o erosión del material fino por el agua. Esto obliga a utilizar taludes más tendidos.



Casablanca. Deslizamiento muro con talud 1:2,5.



Casablanca. Grieta longitudinal causada por deslizamiento hacia el interior, lado mojado.

(VII), siendo a nuestro juicio las comunas de Cauquenes, Penco y Sagrada Familia las principales afectadas. Hay que considerar además, que estas comunas son áreas de secano en las cuales es fundamental la regulación de caudales a través de tranques".

El objetivo del concurso 19-2010 de la CNR es rehabilitar embalses de regulación corta (nocturnos, de fin de semana y turnales) y de regulación estacional (de temporada) dañados por efecto

del terremoto, con un monto total disponible de \$1.000 millones. El plazo para presentar los proyectos fue el 25 y 26 de mayo pasado. El tiempo para las reparaciones apremia. "Si no se reparan luego, los agricultores no podrán acumular aguas y la seguridad de riego para la próxima temporada se verá seriamente afectada. Hay que considerar que es importante realizar los trabajos antes de que comiencen las lluvias, puesto que después se hace imposible traba-

jar bien el terreno", dice Rodrigo Valenzuela, ingeniero agrónomo de la consultora BioRiego. A lo que Marcelo Mourgues, gerente general de Cepia Ingenieros, agrega que, si no se arreglan, "los embalses estacionales pueden generar un gran daño a poblaciones, obras o huertos ubicados aguas debajo de ellos (...). En el caso de los nocturnos, se complica el riego y reduce la eficiencia de su aplicación al tener que regar de noche, lo que en el caso de canales sometidos a turnos de riego puede ser impracticable".

Los tiempos para las reparaciones dependen del tipo de daño que presente la estructura afectada y del tamaño de la misma. Si la grieta es pequeña, con rastraje y agua se soluciona. Pero si es mayor, demorará bastante más tiempo. Según Mourgues, el arreglo puede ir desde los tres o cuatro días para un tranque nocturno, hasta uno o dos meses para un tranque estacional.

Tipos de daños

El tipo de tranque afectado fue importante al momento de analizar los daños. Según su forma de construcción, existen tres modelos principales: el tipo represa, el de excavación y el mixto (excavación y relleno). El primero de ellos se construye al establecer una pared de tierra o piedras en el fondo de una quebrada o depresión de terreno. El de excavación es similar a una piscina construida bajo el nivel del suelo; se confecciona haciendo un hoyo en un terreno relativamente plano (pendientes de no más de 2 %) y su capacidad es igual al volumen de material extraído. Y el mixto se construye excavando y levantando el muro de forma simultánea con el material extraído.

En cuanto al tiempo que destinarán a la acumulación de agua, los embalses pueden ser de temporada o regulación corta. El

de temporada está destinado a acumular aguas en el periodo de lluvias; alcanza, en promedio, volúmenes de almacenamiento de 50 mil m³ para obras intraprediales con áreas de riego de 300 ha, pero también puede llegar a los 400 mil m³ o más. El embalse de regulación corta, en tanto, corresponde a un sistema de acumulación para predios que reciben gran cantidad de agua en poco tiempo (turnos) o a lo largo de un periodo continuado. Es más pequeño que el de temporada (entre 2 mil m³ y 50 mil m³ aprox.) y puede ser nocturno (14 horas de acumulación) o de fin de semana (36 horas). Por lo general, entrega una solución a predios de menos de 100 ha de riego.

El daño en un tranque, explica Lido Tortello, está influenciado por el nivel de agua que tenía al momento del terremoto y por el talud del muro. "Según lo que

hemos visto, en general las grietas llegan hasta el nivel que tenía el agua al momento del terremoto, medida desde la parte superior del muro o coronamiento... Y taludes cercanos a 1:2, se deslizaron al estar con agua", dice el ingeniero de Maiposur. Además, señala que, en el caso de los embalses estacionales también llamados "presas", la zona más afectada es el coronamiento y que es habitual que los tranques sufran asentamientos (descenso que experimenta un edificio o estructura a medida que se consolida el terreno situado bajo el mismo). Si éstos son moderados (algunos centímetros o decímetros), el muro no acusará más que pequeñas grietas. En su opinión, este tipo de estructuras tuvo una adecuada respuesta al terremoto. "Las presas de rellenos bien compactados presentan una gran resistencia y un sano comportamiento frente a los movimientos



Se aprecian nueve centímetros de asentamiento de un muro, causado por el deslizamiento hacia el interior del tranque.

Equipos Hidráulicos

conozca nuestra amplia gama en bombas para riego

anwo.cl



DAB

SOPORTE / RESPALDO / TECNOLOGÍA

- Bombas Centrífugas horizontales y verticales multietapa.
- Bombas Pozo profundo 4", 5" y 6".
- Bombas Sumergibles Aguas Servidas y Drenaje.

Venta a través de Instaladores - Distribuidores



Precauciones para el diseño y construcción de presas en zonas sísmicas

Fundaciones: La presa o tranque debe apoyarse sobre roca o suelos densos. Deben evitarse los suelos con fundaciones granulares finas (arenas) sueltas, ya que pueden ser susceptibles de licuación espontánea durante un sismo. Si tal tipo de suelos existe deberá ser densificado o retirado.

Rellenos de muro: Rellenos compactados y con un alto grado de densificación. Los rellenos granulares deben alcanzar densidades relativas superiores al 75% y los rellenos cohesivos deben ser compactados hasta alcanzar densidades cercanas al 100 % de la Proctor Standard (ensayo que se establece para determinar la relación entre la humedad y la densidad de un suelo compactado). La resistencia dinámica de un suelo granular puede duplicarse si la densidad del relleno aumenta en un porcentaje pequeño (una arena fina de densidad relativa igual a 75 % puede tener una resistencia frente a sollicitaciones dinámicas igual al doble de lo que tiene esa misma arena con densidad relativa igual a 70 %).

Núcleo impermeable: Los núcleos impermeables de los tranques pueden sufrir agrietamientos durante un sismo, lo que podría originar filtraciones peligrosas. Si este núcleo es ancho, el efecto del agrietamiento será mínimo. En lo posible, el núcleo debe hacerse con suelos resistentes a la erosión subterránea. Ello reduce el arrastre o erosión del material del núcleo en caso de agrietarse por efecto de sismos. Se destacan las gravas arcillosas como los materiales más resistentes y a los limos de baja plasticidad (índice de plasticidad menor de 10 %) como materiales que tienen una escasa a nula resistencia a la erosión. Es recomendable no emplear suelos de baja resistencia a la erosión en núcleos de presas o tranques ubicados en zonas sísmicas.

Drenes y filtros: Aún cuando el núcleo de un tranque se construya de materiales resistentes a la erosión,

no debe omitirse la instalación de filtros. Ellos deben proteger al núcleo aguas arriba y abajo. Deberán ser de material granular no cohesivos, ya que ayudarán a la obturación o protección de cualquier grieta que se abra en el núcleo.

El espaldón de aguas abajo de la presa deberá construirse con un material altamente permeable para proteger a la presa en caso de producirse una falla en el núcleo. Si no existiesen materiales altamente permeables, deberá recurrirse a drenes ubicados inmediatamente aguas abajo del núcleo.

Taludes: La inclinación que se le dé a los taludes de los muros debe ser lineal y no ir aumentando al acercarse al coronamiento por diseño o por errores en la construcción. Por razones de seguridad, la pendiente de los taludes en la parte superior del muro debería ser similar a la del resto del talud. Después del reciente sismo, es recomendable utilizar como talud interior 1:2,5-3,0 como mínimo.

Coronamiento: El coronamiento del muro es el punto más solicitado en un movimiento sísmico. Es, al mismo tiempo, la zona menos confinada o restringida en su movimiento. Se recomienda adoptar un ancho de coronamiento mayor a lo que ha sido la práctica habitual, con el fin de darle al núcleo un mayor confinamiento en su parte superior. Además, esto reserva mayor resistencia frente a un eventual desborde de agua sobre el coronamiento. Lo normal que se utiliza es de 3 a 3,5 m.

Revancha Extra: Pueden producirse asentamientos bruscos a raíz de un terremoto. Por ello resulta conveniente darle a los muros del tranque una revancha extra. Ésta servirá además para absorber los cambios de volumen que pueda experimentar el embalse deslizamientos que comprometan los taludes o por movimientos de fallas que cruzan el embalse.



Tranque de la Sociedad Invina Limitada, comuna de Penciahue, sector de Las Tizas.

sísmicos. Algunos muros de rellenos compactados fundados sobre fallas como en Estados Unidos, Japón, Rusia y Chile, que se han desplazado varios metros durante el sismo, han sufrido daños moderados que ni siquiera han puesto limitaciones al funcionamiento de la presa, que son obras mayores a un embalse de regulación corta”, explica.

Según Gabriel Valdés, de Prosur, en los embalses de regulación corta fueron frecuentes los agrietamientos, deslizamientos y filtraciones, mientras que en los estacionales hubo colapso por agrietamientos y deslizamientos en la cortina. “Los embalses de regulación estacional son más altos y, por lo tanto, se vieron en gene-

ral más afectados que los de regulación nocturna. Los daños visibles son mayores”, agrega Marcelo Mourgues, de Cepia Ingenieros.

Los tipos de grietas que se produjeron son cuatro: transversales, horizontales, longitudinales verticales y de deshidratación o secamiento. Las primeras suelen producirse en el coronamiento y en la vecindad de los empotramientos, en el caso de los tranques de quebradas (tipo presas). “Un muro siempre sufre asentamientos debido a la compresibilidad de su fundación o de los suelos que lo constituyen, lo que da origen a asentamientos diferenciales. Si estos son grandes, se desarrollarán tensiones (tracciones) en algunos puntos del relleno, que el suelo

será incapaz de soportar produciéndose por ende las grietas”, explica Lido Tortello.

Las grietas horizontales, a su vez, se producen en aquellos muros que son construidos con núcleo central, material compresible y rellenos laterales que utilizan diferentes materiales. Las grietas

pueden originarse si la parte superior del núcleo se corta y queda aprisionada en los rellenos laterales y no sigue al asentamiento de la parte inferior del núcleo. Por tratarse los tranques de construcciones con material homogéneo, esta grieta es poco probable que suceda.



Casablanca. Grietas formadas producto del deslizamiento del material hidratado hacia el interior del tranque.



Mallarauco. Tranque financiado por Indap para varios agricultores. Las grietas son longitudinales y se deben a un talud 1:2,0, que causó deslizamiento.

Las grietas longitudinales verticales, en tanto, son menos peligrosas que las horizontales y las transversales. Se producen, principalmente, en el contacto del núcleo vertical con los espaldones o rellenos laterales, debido a las diferentes compresibilidades de los rellenos del núcleo y de los espaldones. “Este agrietamiento se produce debido al desplazamiento que sufre el terreno hacia aguas abajo, debido al empuje del agua o por asentamientos del material ubicado en el exterior que, generalmente por el talud que posee, es más difícil compactarlo a la perfección”, argumenta Lido Tortello.

Finalmente, las grietas por deshidratación o secamiento se conforman en suelos arcillosos de alta plasticidad. Los problemas más importantes con este tipo de agrietamiento se originan con las carpetas impermeables que se

construyen aguas arriba de la presa; éstas pueden quedar expuestas a secamiento cuando baja el nivel de agua en el embalse.

Manos a la obra

En general, explica el gerente de Maiposur, las grietas longitudinales, independiente de su largo, pueden ser reparadas mediante la inyección de barro líquido. Para ello, sin embargo, tienen que cumplir con algunas condiciones: tener profundidades cercanas a 1 ó 1,5 m, que su profundidad sea menor a un tercio de la altura total; que su anchura no sea importante (10-20 cm), y que no presenten deslizamientos severos (más de 20 cm de asentamiento).

Con el fin de arreglarlas, hay que preparar una lechada con el mismo suelo con que fue construido el tranque, y dejarla ingresar gradualmente en la grieta. Lo

- Más de 16.700 hectáreas en Chile desde Copiapó a Osorno y en Argentina.
- Ingenieros Civiles, Agrónomos y Técnicos conforman nuestro equipo de profesionales.
- Eficiencia y Calidad.

Servicios:

- Diseño y ejecución de proyectos de riego.
- Pozos profundos y estudios de tranques.
- Automatismo, fertirrigación y control inalámbrico.
- Mantención de bombas, filtros y accesorios.
- Soporte post-venta.
- Control de heladas.
- Capacitación.

www.hidrotop.cl / ventas@hidrotop.cl
 Río Refugio 9620, Parque de Negocios Enea, Pudahuel, Santiago
 Fono (56) 02-6553400 / Fax 02-6553450



Grieta profunda en tranque en Pencahue.



ideal es hacerlo en etapas, de tal manera que el material se asiente desde el fondo. Para grietas mayores, se debe rebajar parte del muro e inyectar barro hasta sellar la grieta. La técnica ideal es inyectar el material a presión, pero es muy difícil que a nivel de campo exista la posibilidad de aplicar dicho sistema. No se debe desmoronar el suelo —advierte Tortello— así como tampoco ingresar material seco. Se obtendrá una grieta mal tapada y no se logrará un sellado perfecto: con el tiempo y con las lluvias, las grietas volverán a aflorar sobre el coronamiento.



Lido Tortello, gerente de Maiposur.

Por su parte, las grietas mayores que comprometan el muro, causadas por asentamientos de alta magnitud, deberán ser tratadas en forma más intensa. Para ello hay que rebajar el muro una cierta altura, sellar con barro el resto de la grieta y proceder a reconstruir el tranque. A su vez, el apareamiento de humedad y agua libre a los pies del muro o en cualquier parte del talud exterior deberá ser tratado con precaución. Éste es el primer síntoma de una probable falla mayor y un riesgo serio de colapso. Si esta filtración va en aumento, hay que proceder a vaciar lentamente el tranque y mantenerlo con menor volumen. Si aún así no es suficiente, se lo debe vaciar por completo y proceder a evaluar los daños.

¿Cuánto valen los arreglos? Los costos son muy variables y de-

penden del nivel de daños y de la fuente —cercana o lejana— donde se ubica el material para parchar, rellenar o reconstruir. El costo se resumiría en la ecuación “jornadas hombre + tractor + pulverizadora”. Y, si el daño es mayor, se podría necesitar otro tipo de maquinaria como excavadora, rodillo autopropulsado y camión aljibe. Marcelo Mourgues, calcula que por metro cúbico de tierra a extraer, recolocar y compactar, el valor oscilaría entre \$5.000 y \$10.000. Lo importante es que se contrate un ingeniero civil o constructor que verifique que se respeten los criterios de diseño, se utilice el material que corresponda, se aplique la humedad adecuada y la compactación prevista. “Debe ser un profesional con experiencia en la construcción de tranques o embalses y tener además el conocimiento de las nociones mínimas de diseño de este tipo de obras”, concluye Gabriel Valdés Arriagada. **CR**



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) 2258087 – Email: laboratorio@agrolab.cl
www.agrolab.cl

Tuberías Corrugadas de HDPE



para Aplicaciones Agrícolas

- RIEGO POR GRAVEDAD • DRENES AGRÍCOLAS
- SUB IRRIGACIÓN • RECUPERACIÓN DE SUELOS
- ENTUBAMIENTO DE CANALES

Fácil y Rápida Instalación

Unión Mecánica sin Soldadura

Alta Resistencia Estructural

Gran Durabilidad

Liviano, Bajo Peso

Atención al Cliente: (56-2) 413 0014 Fax: (56-2) 413 0040

Contacto: proyectos@tigre-ads.com www.tigre-ads.com

El exitoso modelo de negocios de la JV del Elqui

La administración de la Junta de Vigilancia del Elqui está diversificando sus actividades, algo potencialmente interesante para todas las organizaciones de usuarios del agua. Se asociaron con una empresa eléctrica que conoce del negocio y crearon Hidroeléctrica Puclaro S. A. Después se asociaron con la J. V. del Río Huasco para generar electricidad en el embalse Santa Juana. Pero además piensan en energía eólica, en producir juveniles de salmón y en un "Pronto" Puclaro.

Todo con la lógica de generar ingresos a la organización de regantes.

Alejandro Pardo



En un régimen competitivo como el que impera en Chile, las organizaciones de usuarios del agua (OUA) deberán asumir el desafío de diversificar sus capacidades para promover los derechos de sus socios. La "idea madre" es el manejo de cuencas. Y eso se traduce en tres posibilidades de usos del recurso para las OUA: uso para la agricultura, generación hidroeléctrica y caudales ecológicos. Aunque este último uso aún está en pañales, su advenimiento es inevitable siempre y cuando exista un marco legal que reconozca al medio ambiente como un legítimo usuario del agua.

En este sentido, el de la diversificación de las OUA, el caso de la Junta de Vigilancia del Valle del Río Elqui y sus Afluentes es elo-



cuente. Usando una expresión tan en boga en lo círculos económicos, esta organización generó un "modelo de negocios" en beneficio de sus socios.

Gran parte de la responsabilidad le ha cabido a su presidente, José Izquierdo, quien lleva cuatro años en el cargo, con una

reelección a cuestas. Izquierdo, ingeniero comercial de profesión —muchos años atrás fue gerente de banco—, se ha rodeado de un completo equipo técnico, tres ingenieros civiles hidráulicos, dos ingenieros agrónomos y un técnico agrícola, entre otros.

En conjunto y con el apoyo del



Directorio, entre los cuales hay varios profesionales, más sus regantes y socios de la empresa Gestión de Proyectos Eléctricos (GPE), sacaron adelante un proyecto hidrogenerador de electricidad que ya les ha granjeado dividendos por US\$2 millones. Dinero que utilizan para subsidiar la adquisición de los títulos de dominio de los derechos eventuales del embalse Puclaro, obra que el Estado les ha traspasado. El fondo financia aquella

parte no subsidiada por el Estado, y alcanza un mínimo de 20% para quienes tienen hasta 164 acciones y un máximo de 52,42%, para quienes tienen hasta 5 acciones de aprovechamiento.

La Junta de Vigilancia creó incluso una sociedad comercial, la Sociedad Administradora de Recursos Hídricos Río Elqui Ltda., que les permite realizar acciones que la Junta no puede emprender porque –por ley– no tiene fines de lu-

El manejo de la hidrogenación

La central hidroeléctrica puede generar 6,3 mw cuando pasen por las turbinas hasta 9,8 lt/seg y siempre que el nivel del lago tenga una profundidad de 74 mt, hecho que ocurrió cuando el embalse estuvo en su máxima capacidad y vertiendo agua por el rápido. Sin embargo, durante Marzo de 2010 la generación fue de sólo 3 mw, dado que por las turbinas está pasando un caudal de 5,7 m³/seg y la altura del lago sólo llega a los 62,4 mt.

- ¿Cómo deciden cuándo aumentar

la generación?

- Eso lo deciden los regantes y depende de la cantidad de agua que ellos necesiten: si es época de alta o baja demanda agrícola. Antes de que estuviera en funcionamiento la central hidroeléctrica, el agua era sólo para riego. O sea que, el agua de riego no es para generación de energía. Este es un subproducto. Como es una central de paso, el agua se devuelve al río en el mismo estado y cantidad en que se recibió.

cro. Esa sociedad comercial opera como consultora y contratista. Según cuenta José Izquierdo, "INDAP nos tiene como sus contratistas y ejecutores más serios. Primero partimos haciendo estudios de ingeniería. Luego los presentamos a la Ley de Fomento al Riego y hace poco más de un año decidimos

empezar con la construcción de obras de regadío. Hemos ido ganando terreno y ahora nos llaman de Vallenar, Salamanca, Quilimarí. El año pasado desarrollamos obras de regadío por unos 730 millones de pesos, por ejemplo las realizadas en el canal Diaguitas-San Isidro y en el canal Bellavista".



Los milagros de la ciencia

fungicidas

CURZATE®
MANZATE® 75 WG
NUSTAR® 40 EC
PUNCH® C
KOCIDE® 2000 WG

insecticidas

AVAUNT® 30 WG
CORAGEN® 20 SC
LANNATE® 90 PS
VYDATE® L
VYDATE® 10 G



herbicidas

ACCENT® ALLY®
ASSURE® PLUS
ATRAZINA FINESSE®
GLIFOSATO DuPont Pro
GRANSTAR® KARMEX® WG
LOROX® MATRIX REFINE®
VENZAR® VELPAR® SAFARI®

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 02/3622460 Fax pedidos: 3622212 / Anexo: 2460



Teléfonos de emergencia: CITUC Convenio Cituc/Afiipa (2) 6353800
DuPont Chile S.A. (2) 3622200



Tres preguntas a José Izquierdo

- **¿Cómo levantaron la central si no eran dueños del terreno?**

- Hasta que estuvieran perfeccionados los títulos del embalse iban a pasar muchos años. ¿Qué hicimos? Solicitamos al Ministerio de Bienes Nacionales un comodato oneroso por 30 años, mediante un pago semestral, y en nombre y representación de Hidroeléctrica Puclaro S.A. Es decir, en este terreno que estuvo en poder del Estado hasta el 09 de marzo de 2010 se pudo construir la central hidroeléctrica sin ser dueños aún del Embalse.

- **¿Qué otros proyectos tienen como Junta de Vigilancia?**

- Hemos pensado instalar un "Pron-to" Puclaro. Otro proyecto que estábamos estudiando, pero que aplazamos por el virus ISSA, era instalar aquí una fábrica de juveniles de sal-

món para abastecer a gente que iba a tener sus engordas en el mar aquí en Tongoy. Ahora que los regantes ya somos propietarios del embalse, se iniciarán los estudios tendientes a instalar tres torres eólicas para generación eléctrica, siempre en sociedad con GPE.

- **¿Y en hidrogenación?**

- Somos socios en la hidroeléctrica que vamos a construir en el Embalse Santa Juana. Hidroeléctrica Puclaro S.A. es dueña del 25% del paquete accionario y la Junta de Vigilancia del Río Huasco del 75%. Ello implica que nuestra Junta de Vigilancia pasa a ser dueña del 10,4% de la central hidroeléctrica que allí se va a construir. Todavía faltan algunos detalles para dar comienzo a las obras. Y estamos en conversaciones con otras organizaciones para proyectos similares.

Buen negocio con termoeléctrica

Hidroeléctrica Puclaro S.A. firmó un contrato con la Termoeléctrica Guacolda S.A., ubicada en Huasco. "Con ella tenemos un contrato a 20 años de plazo, con precios fijos e inamovibles para los primeros 15 años. Esto nos permitió beneficiarnos con mejores precios porque entramos en un momento de máxima demanda del país y cuando la oferta había bajado", cuenta José Izquierdo. El contrato con Termoeléctrica Guacolda S.A. tiene como destino el suministro a Paihuano y Vicuña. Allí la central alimenta 14 mil viviendas.

Añade que el año pasado hicieron un estudio donde determinaron que en el territorio de la Junta tenían una red de 800 kilómetros de canales, "y si queríamos entubarlos nos íbamos a demorar 128 años, siempre y cuando recibiéramos subsidios del Estado por mil millones de pesos anuales. Por eso empezamos a hacer noso-

por razones de costo y para poder avanzar más rápidamente".

Y la escasez hídrica vuelve urgente revestir canales para evitar pérdidas. El 3% del recurso se obtiene de la lluvia y el 97% de la nieve. Pero el año pasado fue malo. "Nosotros necesitamos dos metros y medio de nieve para tener desmarques normales en el año, pero cayeron sólo 52 centímetros. Nuestras reservas en el embalse van a bajar de 200 millones de metros cúbicos a, con suerte, 150 millones de metros cúbicos al término de este año agrícola", explica. Una cifra razonable, pero de no tener nieves normales este año la próxima temporada de riego se complicará más.

Sí, pero con condiciones

La Junta de Vigilancia gobierna sobre una superficie de 25.300 hectáreas que equivalen a 25.300 acciones de derechos de agua. Una acción por hectárea corresponde a 1 lt/seg/ha cuando la entrega del río es al 100%, lo que



no es usual, según explica José Izquierdo. "Lo usual es que distribuyamos máximo 0,7 lts/seg/ha. Y eso es suficiente según nuestros estudios".

- **¿Cómo está distribuida la propiedad entre los socios de la Junta?**

- El 94,5% de nuestros regantes son pequeños agricultores que llegan máximo a 20 hectáreas. Si miramos el promedio del valle son 4,5 hectáreas por regante. Hay algunos que tienen 200, pero son poquísimos. Contrario a lo que se piensa, esta es una zona muy pobre. De ahí la necesidad de generar recursos en beneficio de sus socios. Es así como nació la idea de la hidrogenación eléctrica.

Así fue la génesis, según Izquierdo: "Nosotros no sabíamos de este tema. Por eso decidimos asociarnos con gente que sabía porque no podíamos meternos en un negocio que no conocemos. Como Junta de Vigilancia, por

ejemplo, no tenemos ingenieros eléctricos".

La Junta de Vigilancia se unió, como socio minoritario, con la empresa Gestión de Proyectos Eléctricos (GPE) constituyendo en el año 2005 la empresa Hidroeléctrica Puclaro S.A., cuya central cumple dos años de operaciones en Abril de 2010.

"Nosotros como Hidroeléctrica Puclaro S.A. pedimos un crédito de US\$7 millones al Banco BICE para financiar la inversión. Sin embargo, le dijimos a nuestros socios de GPE que si algo sale mal, nosotros como Junta no estamos en condiciones de responder, por lo tanto, no somos avales. Son ellos quienes saben del negocio. Y ese es el primer punto del pacto de accionistas. El segundo punto es que ellos deben someterse a la decisión de la Asamblea de Regantes que decide cuánta agua va a pasar por las turbinas de la hidroeléctrica, puesto que a pesar de ser

la Hidroeléctrica Puclaro S.A. la dueña de 12 lt/seg de derechos eventuales, quedó estipulado que quedan sujetos al tema de los desmarques. Esto ha implicado que, en febrero de 2010, pasaron 6,5 lt/seg por las turbinas en vez de los 9,8 lt/seg que, como máximo, han llegado a pasar. El tercer punto del pacto de accionistas: ellos (GPE) no pueden dejar la sociedad sin que antes se haya pactado algún tipo de solución para la cancelación del crédito de los US\$7 millones. Y si el día de mañana quieren vender sus acciones porque ya no les parece atractivo el negocio, deben vendernos con condiciones preferentes a nosotros. Y ellos han sido muy leales y correctos”.

El embalse Puclaro entrega hoy una seguridad hídrica de un 85% -antes de que existiera era de un 35%- , por eso en el diseño de la hidroeléctrica está contemplado, según los estudios realizados,

que uno de cada 100 años no va a haber agua para hacer funcionar los generadores. Ese es otro punto del acuerdo.

Pagando la propiedad del embalse Puclaro

- Explíqueme eso de los US\$2 millones de dólares de dividendos destinados a pagar deudas de los regantes.

- Les ofrecimos a nuestros regantes que dentro del marco de la negociación con el Estado para la compra del Embalse Puclaro, el 20% de lo que costara a cada uno la escritura por los derechos eventuales del embalse se los iba a financiar la Hidroeléctrica Puclaro S.A. mediante los dividendos que ella aportara.

Ese 20% es un promedio y afecta diferenciadamente a los regantes. El Estado les subsidia a los regantes chicos -hasta cinco

acciones inclusive- el 90%. Queda un 10% a financiar. Con ese aproximado 20% comprometido por la Junta de Vigilancia se financia un 52,40% de ese 10%. Por lo tanto, al regante chico le quedaría por financiar un 4,76 % del 100% del valor de la acción. El segundo grupo, que va de las 5 a las 20 acciones inclusive, obtiene un 80% de subsidio del Estado. Del 20% que le falta por financiar, el 38,66% proviene de los dividendos de la Hidroeléctrica Puclaro S.A. O sea, le quedaría por pagar al accionista el 61,34% de ese 20% adeudado. La deuda equivaldría al 12,27% del 100% del valor de la acción. Finalmente, el grupo que va de las 21 a las 40 acciones recibe un subsidio del Estado de 65%. Del 35% restante, la hidroeléctrica financia el 30,68%. Por lo tanto, a cada regante le toca financiar el 69,32% de ese porcentaje no financiado

El capital para la Hidroeléctrica Puclaro S.A.

El aporte de la Junta de Vigilancia del Valle del Río Elqui a la Hidroeléctrica Puclaro S.A. consistió en \$180.000.000, además de los 12 metros cúbicos por segundo no consuntivos valorados en \$270.000.000, lo que hace un total de \$ 450.000.000. Los socios de GPE aportaron \$630.000.000. El capital total equivale a \$1.080.000.000.

por el Estado ni la hidroeléctrica. En suma, del 100% del valor de la acción, el regante deberá cancelar el 24,26%.

La parte no subsidiada por el Estado se terminará de pagar el año 2034. Los primeros cuatros años, del 2010 al 2013, se pagarán al Estado sólo intereses. Desde el año 5 al 25 se comienza a amortizar capital. Este período final va del 2014 al 2034. **CR**



Bombas • Válvulas • Sistemas



Bombas de pozo profundo KSB

En la División Agrícola de KSB contamos, entre otras, con la bombas UPA para pozo profundo en sus diversas capacidades. Su caudal tiene un rango desde 4 m³/h hasta 330 m³/h y su presión va hasta los 460 metros.

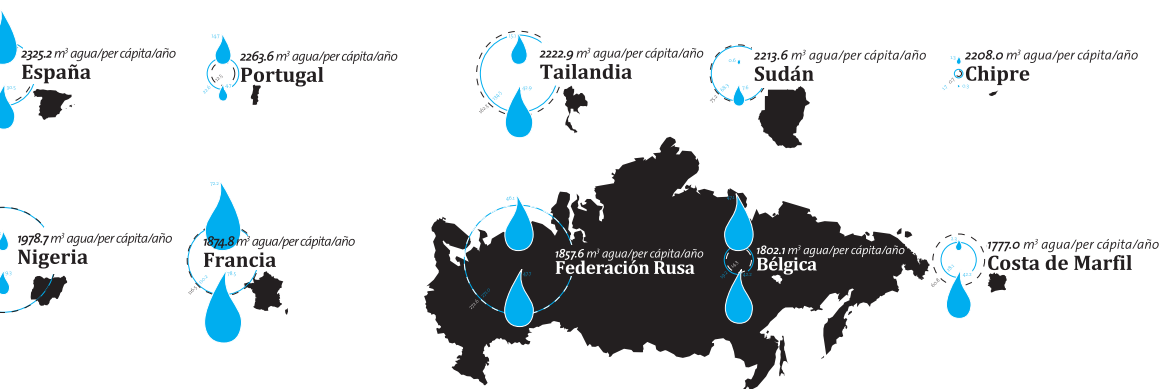
Sus principales aplicaciones son: extracción de aguas de pozo, impulsiones para riego y captaciones de afluentes para utilización en riego.

Visite nuestra amplia gama de productos en: www.ksb.cl

KSB Chile S.A. • Av. Las Esteras Sur 2851 • Quilicura • Santiago

Tony Allan:

Conversaciones con un Premio Nóbel del Agua



El académico inglés Anthony Allan es experto en hidrología y también en estudios sobre Medio Oriente. Durante muchos años asesoró a países árabes en temas hidrológicos y escuchaba repetidamente que la próxima guerra iba a ser por el agua. Hasta que un día decidió investigar por qué, pese a los presagios, esto no había ocurrido. Y descubrió que los países con escasez de agua suplían esa deficiencia importando agua. Pero no la importaban directamente sino que les llegaba “adentro” de los alimentos y bienes y servicios que compraban. El agua viajaba de un país a otro, pero en forma virtual. De esta forma Allan crea en 1988 el concepto de “agua virtual” que explica el comercio internacional de agua a través de bienes y servicios y que también logra distinguir a los países importadores de los exportadores de agua. Hoy el concepto es bastante popular y sirve para tomar decisiones agrícolas, geopolíticas y de consumo. Este tremendo aporte a la gestión de los recursos hídricos lo hizo merecedor del Stockholm Water Prize, otorgado por el Instituto Internacional del Agua de Estocolmo y que es considerado el “Premio Nóbel del Agua”. Anthony Allan visitó recientemente Chile y tuvo la gentileza de conversar por más de una hora con Chileriego.

Por Patricio Trebilcock Kelly



Anthony Allan expuso ante un auditorio repleto en la Embajada de Inglaterra en Santiago y luego conversó en exclusiva con nosotros. Los siguientes extractos se intercalan de ambas conversaciones.

“El objetivo de mi presentación es entregar pistas sobre los conceptos de seguridad hídrica nacional y seguridad hídrica mundial. De las 210 naciones en el Planeta, 190 tienen escasez de agua y sólo 10 son abundantes en este recurso. Es por esta razón que el rol de países como Estados Unidos y Brasil en el futuro es clave. Son enormes exportadores de agua virtual a través de sus alimentos y sus decisiones políticas sobre agricultura y subsidios agrícolas pueden tener un gran impacto en la sociedad”.

Algunas definiciones: agua azul y agua verde

Los agricultores administran entre 80-90% del agua del Planeta. De esta agua un 70% es agua verde y un 30% es agua azul, aunque el agua azul es manejada en conjunto con los ingenieros. El resto del agua, entre un 10 y 20% es agua azul que usamos en las ciudades y en los trabajos (uso industrial).

Agua Verde: Es el agua de lluvia absorbida por las plantas y el suelo y que luego es evaporada de

vuelta a la atmósfera. Es el agua que los sistemas de riego no pueden extraer pero que representa gran parte del agua del planeta.

Agua Azul: Es el agua disponible en ríos, lagos, humedades y acuíferos que está disponible para ser extraída antes de que se evapore o llegue al mar.

Agua virtual y huella hídrica

Virtual Water (agua virtual) y Water Footprint (huella hídrica) son dos conceptos desarrollados para intentar explicar las transferencias de agua, las que se van intensificando con la globalización. Cada producto, además del agua que lleva incorporada requirió de un volumen mucho mayor en su proceso de producción. Esa es la llamada huella hídrica que el producto o el servicio deja en su país de origen y que corresponde a una transferencia virtual de agua desde un país exportador a un país importador. Así lo explica Allan: "Se dice que el agua es virtual porque, una vez que el trigo ha madurado, la verdadera cantidad de agua utilizada para el cultivo no está contenida en el trigo. El concepto de agua virtual nos ayuda a entender cuánta agua se requiere para producir distintos tipos de bienes y servicios. En zonas áridas y semi-áridas conocer el

valor del agua virtual contenida en un bien o servicio resulta muy útil para determinar la mejor forma de usar la escasa agua disponible".

La idea de Allan fue recogida por otros investigadores quienes se dedicaron a "meterle números". "Por suerte ellos hicieron el enorme trabajo de meterle números a este concepto", señala Allan entre risas. Los investigadores Arjen Y. Hoekstra, de la Universidad de Twente y Ashok Chapagain, del WWF (World Wide Fund for Nature) aplicaron el concepto de agua virtual y crearon la huella hídrica del agua. La huella hídrica es un indicador del uso del agua que considera tanto el uso directo como indirecto de un consumidor o productor. La huella hídrica de un individuo, comunidad o comercio se define como el volumen total de agua dulce que se utiliza para producir los bienes y servicios consumidos por un individuo o comunidad, así como el uso provocado por el comercio".

El valor de esto es que "los problemas hidrológicos están a menudo muy relacionados con la estructura de la economía mundial. Muchos países han externalizado significativamente su huella hídrica importando bienes de otros lugares. Y en los lugares de origen, producir esos bienes requiere de un alto consumo de agua. Esto genera una gran pre-

sión sobre los recursos hídricos de las regiones exportadoras, donde muy a menudo existe una carencia de mecanismos para una buena administración y conservación de los recursos hídricos. No sólo los gobiernos sino también los consumidores, el comercio y la sociedad en general, pueden jugar un papel importante para alcanzar una mejor gestión de los recursos hídricos".

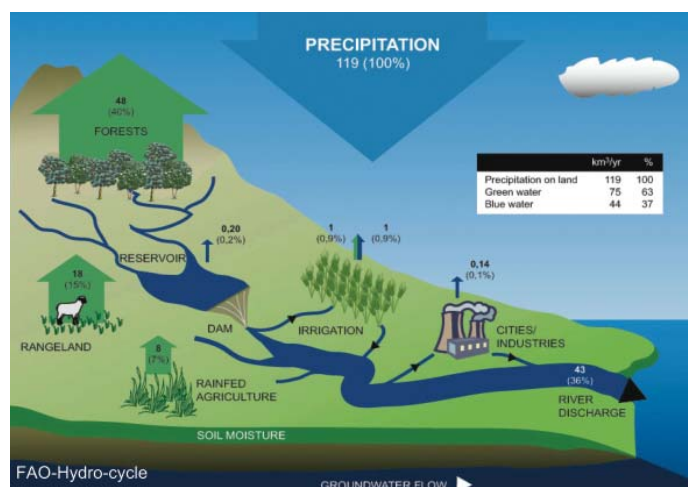
Hoy el 20% del agua usada en agricultura viaja por el planeta

Anthony Allan cree que el comercio de agua virtual es clave para la seguridad hídrica mundial. Da un ejemplo emblemático: Singapur es el país que gestiona mejor el agua en el mundo, pese a que tiene solo un 5% del agua que necesita. Recicla gran parte de su agua azul e importa alimen-

tos desde Malasia. "El agua virtual ha evitado que muchas naciones se maten entre ellas". De hecho se estima que un 20% del agua usada en agricultura se negocia internacionalmente. Esto lo hacían los romanos, los fenicios, muchos años atrás, señala. El agua virtual reduce la demanda por agua dulce local y agua verde local, asegurando la estabilidad de las comunidades y el medioambiente.

"Esto ha evitado que países entren en guerra por el agua. De hecho, la mayoría de los países exportadores netos de agua son a su vez países industrializados que ocupan mucha tecnología en agricultura. Esto les permite producir más por la misma cantidad de agua. Con esto, ahorramos cerca de 300 millones de km³ de agua al año. Hoy se comercializa anualmente entre 1500 y 1600 millones de Km³ de agua al año y un 20% de eso se ahorra debido a que los

CICLO DEL AGUA, AGUA VERDE Y AGUA AZUL



PARA UN RIEGO MÁS ÓPTIMO, PREFIERA... UN ADHESIVO PROFESIONAL

Oatey CEMENTO PARA PVC RAIN-R-SHINE MEDIANO • AZUL

Para alta presión hasta 6 pulgadas de diámetro en condiciones de humedad

Contenido Neto 473 ml (16 fl. oz.)

RAIN-R-SHINE

TRABAJA CON PRESENCIA DE AGUA - HUMEDAD - LLUVIA

ENVASE SELLADO AL VACÍO - DURACIÓN 3 AÑOS

APLICADOR EFICIENTE - RINDE MÁS UNIONES

FABRICADO EN U.S.A. PRODUCTO ECOLÓGICO Lo-VOC NORMAS DE CERTIFICACIÓN INTERNACIONAL

Consulte por nuestra línea completa de adhesivos OATEY en

cosmoplas®

Visitenos en www.cosmoplas.cl

Oatey®

Importa TOMATSA CORP

Balances Nacionales de agua virtual relativa al comercio de productos 1997-2001. Los exportadores netos de agua virtual están en verde y los importadores en rojo.



países exportadores de agua virtual son más eficientes”.

Huella hídrica

El gran aporte de Arjen Y. Hoekstra y Ashok Chapagain fue el concepto de huella hídrica. Esta permite determinar la cantidad de agua en un bien, una economía nacional, una corporación, fuente de energía, incluso en la dieta de una persona.

El mundo, para poder tomar café, necesita 120 mil millones de m³ de agua virtual al año para el cultivo. El 2% del uso de agua para los cultivos en el planeta va destinado a café. Es entonces en términos de agua virtual, el producto más importante que se comercia internacionalmente. El café requiere para llenar una taza, 140 litros de agua. Esa es su huella hídrica. En cambio, una taza de té, según Hoekstra y Chapagain, requiere 30 litros de agua, que en su mayoría proviene de las lluvias, evitando así el uso del riego, que requiere de reservas acuíferas, agua embalsada o una parte del caudal de un río. Entonces, es más sustentable el consumo de té que de café.

El trigo es otro caso interesante. Para producir un kilo se requieren 1.300 litros de agua. Esa es su huella hídrica. Pero algo curioso ocurre con el trigo. Su cultivo consume anualmente 790 mil millones de m³ del agua mun-

dial, un 12% del total usado para los cultivos, solo superado por el arroz. Pero proporcionalmente no es tanta el agua virtual que mueve internacionalmente. Esto se explica porque el consumo de trigo es esencialmente local.

Se requieren 3.400 litros de agua para elaborar un kilo de arroz blanco. Sería menos exigente para el medioambiente consumir arroz integral, cuya huella hídrica es de 2.300 litros/kilo.

El caso del algodón es tremendo. Su water footprint: para fabricar una polera de algodón se requieren 2.700 litros de agua. De este volumen, 45% es producto del riego, 41% se obtiene de las lluvias y 14% es agua que se usa para diluir los residuos que resultan del uso de fertilizantes en los campos algodoneros y de químicos en la industria textil. Un impacto nefasto del cultivo de algodón se nota, por ejemplo, en Uzbekistán, Asia Central, donde la irrigación intensiva ha provocado el desecamiento del Mar de Aral. Según las estimaciones de Hoekstra y Chapagain, el 44% del agua virtual usada para el cultivo y procesamiento del algodón en el mundo no está sirviendo al uso doméstico de los países productores, sino que se exporta, principalmente a la Unión Europea. Con esto la Unión Europea ha contribuido en forma indirecta a un 20% del desecamiento del Mar de Aral.

Cambio en la dieta puede hacer una gran diferencia

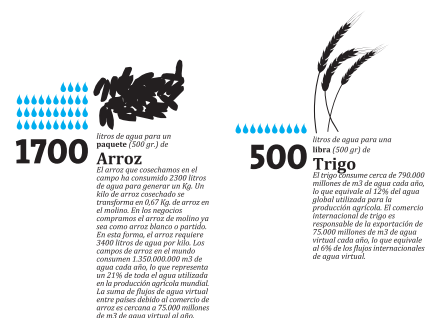
Contenido de agua virtual en diferentes dietas (m³/persona/día)

Dieta 0. Referencia Estados Unidos)	5.4
Dieta 1. 25% de reducción en productos de origen animal	4.6
Dieta 2. El pollo reemplaza un 50% de la carne de vacuno)	4.8
Dieta 3. Vegetales reemplazan un 50% de carnes rojas	4.4
Dieta 4. 50% de reducción de productos de origen animal	3.4
Dieta 5. Vegetariano	2.6
Dieta 6. Sobrevivencia	1.0

Lo interesante de los conceptos creados por Allan es que permiten entender, por ejemplo, que sólo cambiando la dieta uno puede ayudar a ahorrar un 30% de agua.

¿Han tratado de que los productos lleven una etiqueta sobre su huella hídrica?

“He tenido varias reuniones sobre esto. De hecho hay una empresa en Finlandia que lo hace. Unilever destinó a varios de sus ejecutivos a entender esto. Creo que va a ser difícil de implementar por dos razones: una de carácter práctico: no hay mucho espacio disponible en las etiquetas. La otra, más importante, es que las métricas detrás de la huella hídrica todavía no son muy robustas. Es difícil que lo sean, pero lo más importante es el concepto. Hoy hay un grupo muy activo en España, liderado por Alberto Garrido que están trabajando muy bien la métrica. El estudio de Hoekstra, por ejemplo, usaba los datos de evapotranspiración de la capital del país. Hoy Garrido lo está ajustando mejor”.



Grandes diferencias en la huella hídrica de los países

“Entre los mayores países exportadores de agua virtual están Estados Unidos, Canadá, Tailandia, Argentina, India, Vietnam, Francia y Brasil. Y los mayores importadores son Sri Lanka, Japón, Holanda, Corea del Sur, China, España, Egipto, Alemania e Italia”. Canadá, por ejemplo, exporta 48 mil millones de m³ de agua virtual principalmente en forma de granos e importa 16 mil millones. Argentina, también en granos, exporta casi 46 mil millones de m³ de agua virtual e importa 3.100 millones. Australia tiene un balance de 64 mil millones de m³ de agua virtual exportada, entre cultivos, ganado y productos industriales. Chile, sumando y restando, es básicamente un importador de agua con poco más de tres mil millones de m³ al año.

Estados Unidos exporta un tercio de toda el agua que obtiene de la naturaleza. Pero a un costo medioambiental altísimo. La extracción de agua de los ríos Colorado y Grande ha hecho que la mayor parte del año éstos no alcancen a desembocar en el mar y el acuífero Ogalalla, el tercero en tamaño en el mundo, sufre



un descenso vertiginoso de sus niveles. Eso enciende las alarmas porque en algún momento los países que exportan agua virtual podrían aplicar restricciones para evitar una crisis hídrica doméstica. Sin embargo, eso también abre la ventana para que los conceptos de agua virtual y huella hídrica sean utilizados para racionalizar el uso del recurso. Por ejemplo, que en los países áridos se apoyen los cultivos que necesiten poco agua, como los dátiles. "El aceite de oliva es un producto excelente que puede ser producido en climas áridos. Túnez es un ejemplo de un país que ha conseguido producir con éxito aceite de oliva para disminuir su exportación de agua virtual. O Israel, que desincentiva la exportación de naranjas, por ser intensivas en agua.

El gran desafío: la seguridad hídrica planetaria

Anthony Allan opina que uno de los mayores peligros futuros es el fuerte crecimiento demográfico. "La combinación explosión demográfica y cambio climático puede ser muy peligrosa". ¿Qué debemos hacer?

"Hoy en los países del Hemisferio Norte ha cambiado la visión

sobre el agua y ya no se incentivan tanto las grandes obras de infraestructura. Nos hemos volcado a intensificar más el uso del agua y también creo que el comercio del agua virtual en forma justa es parte de la solución. Sin comercio de agua virtual, Londres no podría mantener su población.

Lo importante es que este comercio sea justo.

"Las economías que realmente pueden generar un cambio son Brasil y Estados Unidos.

Hay que trabajar para disminuir los subsidios. Porque una de las cosas más peligrosas que hacemos en Europa es poner alimentos a mitad de su precio. Y aunque esto puede ser muy beneficioso para los pobres en nuestras sociedades, para los agricultores en África es fatal. Hoy solo acceden a buenos precios cuando hay sequías.

La seguridad alimenticia hoy depende de hacer el bien para los agricultores. Ayudar a que los agricultores pequeños tripliquen su productividad y que las grandes corporaciones de alimentos se comporten en forma responsable socialmente.

Necesitamos que las grandes corporaciones que dominan el comercio mundial de granos (cita por ejemplo a Cargill) entiendan este concepto y lo difundan entre los agricultores.

Es increíble la cantidad de agua que mueve solo cinco empresas de alimento en el mundo. Y no saben nada sobre eso.

¿Cómo se logra la seguridad hídrica?:

- Intensificando el uso del agua.
- Uso sustentable del agua para los sistemas ambientales, servicios ambientales.
- Hay que optimizar el comercio de agua virtual y hacerlo justo (aquí todas sus críticas a los subsidios)
- Implementar políticas demográficas. La política demográfica China ha reducido la po-

blación mundial en un 5%. Los problemas demográficos van a ser grandes en India y África.

Pensamientos finales

Los pesimistas están equivocados pero son útiles.

Los optimistas están en lo correcto pero son peligrosos.

-El futuro sobre la seguridad hídrica no es tan incierto como el cambio climático pero sigue siendo incierto.

Necesitamos entender mejor los procesos invisibles en la producción agrícola (agua virtual, agua verde, etc.) que nos permitirán intensificar la producción en forma sustentable. Allan opina que la cero labranza es uno de los grandes saltos tecnológicos en agricultura.

Debemos invertir en capacitación a los agricultores y ayudarles

a manejar mejor el agua. Además debemos protegerlos de las vaguedades del clima y del mercado. Los números en el agua verde son muy grandes y normalmente son ignorados.

Debemos incentivar a que los traders de alimentos, los fabricantes y los supermercados entiendan mejor la huella hídrica.

Debemos reducir las pérdidas de alimentos. Se estiman en un 30%. Pero en conversaciones con supermercados como Tesco, por ejemplo, dicen que llegan a 50%. Esas promociones "Pague 2 y lleve 3" son un crimen.

Debemos alimentarnos con conciencia. Se puede ahorrar hasta un 30% de agua virtual variando la dieta.

Debemos influir al sistema político y a la prensa sobre estos temas. **CR**

CINTAS Y LINEAS DE RIEGO POR GOTEO

SilverDrip
NUEVA
Exceptional Hoof type of canal - excelente reducción de presión.
Alta resistencia a la obstrucción con gran filtro interior.
Mismo precio en diferentes espaciamiento (10 - 50cm).
Superior CV & EU con el tipo lineal (no tipo emisor).

GoldenSpray
Exceptional Hoof type of channel - excelente reducción de presión.
Alta resistencia a la obstrucción con gran filtro interior.
Mismo precio en diferentes espaciamiento (10 - 50cm).
Superior CV & EU con el tipo lineal (no tipo emisor).

GoldenTree
Exceptional Hoof type of channel - excelente reducción de presión.
Alta resistencia a la obstrucción con gran filtro interior.
Mismo precio en diferentes espaciamiento (10 - 50cm).
Superior CV & EU con el tipo lineal (no tipo emisor).

SISTEMAS DE RIEGO PROTEKTA

- Cintas de Riego 6 mil - 8 mil. Silverdrip
- Líneas de pared delgada 8 mil. (con emisor). Goldendrip
- Manguera de Riego por aspersión. GoldenSpray.
- Manguera Layflat (2"/3"). GoldenLayflat.
- Filtros de anillos (2"/3"). GoldenTree.

PROTEKTA
AGRICULTURA INTENSIVA

Terremoto en Lliu Lliu

Hasta con buzos se intenta reparar el embalse



Los agricultores Juan Pablo Thomsen y Juan Agustín Domínguez. De fondo, el embalse.

El terremoto hizo que rocas de la muralla del embalse taparan los dos tubos aductores que llevan el agua a la cañería matriz. Buzos e ingenieros de la DOH han evaluado si es necesario secar el tranque o si se puede reparar con agua embalsada. La zona regada por este embalse, orientada a la fruta de exportación –paltas y cítricos– y a hortalizas, permaneció 17 días sin regar. Un ingenioso sistema de sifones permitió levantar el agua del embalse para llevarla hasta la cañería matriz de 12,5 km. Para la reparación final la DOH tiene la palabra.

Alejandro Pardo

Una ingeniosa solución de emergencia aplicaron los regantes de la Asociación de Canalistas del Embalse Lliu Lliu para superar los daños que provocó el terremoto en la estructura de acumulación de agua. El tubo aductor, que conduce el agua del embalse a los predios, recibió un golpe de rocas y tierra que lo taparon. El tubo, de 400 milímetros (mm), capaz de transportar 230 lt/seg para los cerca de 100 regantes, recibió la carga desde la propia muralla contenedora del embalse. Parados sobre la muralla, Juan Agustín Domínguez, director de la asociación, explicó: “Desde donde empieza el agua hasta la boya (marca que indica el tubo aductor) hay unos 30 metros (m) de distancia. Y desde el nivel del agua en la muralla hasta el tubo hay unos 12 m de desnivel. Entonces esa pendiente de más el 30% hizo que el material se desplazara hacia la boca del aductor”.

Los usuarios del Lliu Lliu riegan todo el año. Juan Pablo Thomsen, regante de la asociación, manifestó: “Afortunadamente estamos en otoño cuando los requerimientos de riego son menores, por lo que no necesitamos tanta agua. Pero de todos modos debíamos hacer algo y emplazamos tres sifones de 160 mm cada uno que saltan la muralla y se conectan a la cañería matriz que transporta el agua a los predios”.



Grietas sobre el pretil.

Los sifones han dado una buena respuesta a las necesidades de riego, sin embargo, como explica Domínguez, “las válvulas están tirando aire a cada rato, lo que significa que la cañería está chupando aire. Por eso todas las noches se nos desceban algunas de esas cañerías. Tiene tantas uniones que con un poco de aire que le entre, por la presión, chupa más aire”.

Esa misma mañana durante la visita de Chileriego los sifones emitían un ruido que indicaba problemas. Un par de horas después un equipo tuvo que subir al embalse con bombas y otras herramientas para cebar de nuevo la cañería y seguir regando. Y así, todos los días deben acudir para resolver el problema.

Thomsen explica que demoraron varios días en instalar los sifones. “Primero estuvimos cerca



Los sifones instalados resultaron una ingeniosa solución de emergencia.



Patricio Gajardo, presidente de la Asociación de canalistas.

de 10 días tratando de destapar la cañería y cuando vimos que no era posible instalamos los sifones, tarea en la que demoramos cerca de tres días más”.

En total, según explica Patricio Gajardo, presidente de la Asociación, estuvieron 17 días sin agua. El embalse tiene dos tubos aductores de 400 mm cada uno, separados por 60 m. Los regantes habitualmente sólo necesitan uno para cubrir los requerimientos hídricos, pero los dos resultaron tapados por las rocas.

El otro problema que presenta el embalse son las grietas que abrió el sismo sobre el pretil. Los

técnicos de la Dirección de Obras Hidráulicas que visitaron el lugar dicen que no reviste mayor riesgo porque no calaron hasta el núcleo de la estructura, ya que no tienen más de 1,5 m de profundidad. “El peligro es que cuando llueva el agua debilite más el muro, pero no es crítico para la resistencia del mismo. Nos preocupa más la parte del pretil que va aguas adentro y que es donde se derrumbó”, esgrime Domínguez.

No hay peligro, según DOH

El dilema importante es determinar ahora si se pueden destapar los dos tubos aductores en estas condiciones: es decir, con el embalse lleno. Hoy acumula más o menos la mitad de su capacidad, o sea un millón de metros cúbicos.

El día anterior a la visita de Chileriego al embalse, un grupo de buzos comisionado por la DOH se sumergió para ver la viabilidad de destrabar las rocas. Pero fue una misión muy compleja porque la visibilidad llegaba apenas a unos 30 cm debido a la gran cantidad de

Cómo le cambió “el pelo” a Lliu Lliu

El embalse se ubica en la Región de Valparaíso, comuna de Limache, a 4 kilómetros al sur de Lliu Lliu. Está inserto en la cuenca del río Aconcagua y se alimenta de las quebradas El Bordo, Patagüilla y Los Bolsones. La hoya hidrográfica es de régimen exclusivamente pluvial cubriendo un área de unos 50 km². Su uso es principalmente agrícola destacando los frutos de exportación como las paltas, los cítricos y hortalizas como tomates y pimentones. Las parcelas se originaron principalmente con la Reforma Agraria, aunque en el último tiempo se ha visto un creciente interés por lotear parcelas de agrado debido a su microclima y las cercanías con grandes urbes como Santiago y Valparaíso.

Según Juan Agustín Domínguez, el sistema riega hoy alrededor de 60 sitios, de 40 parceleros, que suman un poco más de 400 hectáreas.

Se estima que la construcción del embalse data de 1920 y consiste en un muro de 20 metros de alto con una capacidad máxima de acumulación de 2.300.000 m³, con un vertedero en caída libre. El terremoto de 1985 dañó el vertedero, lo que obligó a que en 1985 se construyera el

actual, que resistió sin problemas el terremoto del 27 de febrero. Además del vertedero frontal cuenta con un evacuador de fondo.

El sistema de conducción y distribución antiguo consistía en una red de canales de tierra –se estima que databan de la época de la Colonia– de una extensión de 12 kilómetros. Las pérdidas por conducción y por hurto de agua se estimaban en un 40%, lo que obligaba a regar por turnos. Y a los que estaban en la cola a veces ni siquiera les llegaba el agua.

Pero el año 2004 les cambió la vida a los regantes con el entubamiento. Habían postulado a un concurso de la Ley 18.450 y obtuvieron un subsidio del 70% de los \$245 millones que costó la faena. El 30%, \$73.500.000, fue aportado por los regantes.

Para el entubamiento se usaron tubos de PVC de diámetros que van de los 400 mm a la salida del embalse hasta los 63 mm en los últimos predios.

Gracias a estas mejoras hoy el embalse es de régimen bianual. “Con este millón de m³ que tenemos casi tendríamos como para regar completamente la próxima temporada si no lloviera”, cuenta con satisfacción Juan Agustín Domínguez.

material en suspensión. Para intentar guiarlos se inyectó aire a través de la cañería obturada, lo que originaba burbujas de referencia. Paralelamente los buzos llevaron un equipo que iba afirmando el fondo lacustre y que premunido de sondas y sonares enviaba una señal a la superficie, que era vista por un ingeniero en una pantalla. Éste a su vez iba dando instrucciones a los buzos para que monitorean correctamente. “Para sacar una roca los buzos estuvieron cinco horas. El principal problema es la visibilidad”, dijo Thomsen.

Julio Garrido, director de la DOH regional, dijo que “no se han hecho estimaciones de costos todavía. Eso va a depender de dos escenarios: si se vacía el embalse,

que sería lo ideal para trabajar, pero no así para los agricultores, porque si no llueve se quedan sin agua; por eso estamos trabajando con el segundo escenario, cotizando para ver si se puede trabajar con agua. Porque además no es llegar y vaciar el embalse, como si fuera el tapón de una tina... esto tiene una capacidad de evacuación”.

Ante la posibilidad de lluvias que compliquen las reparaciones, Garrido señala que “éstas, si bien podrían dificultar la reparación, no son relevantes. Lo que buscamos ahora es tener claridad respecto de cuál de las dos vías de trabajo –con o sin agua– vamos a adoptar. El trabajo no es grande pero es complejo. **CR**

Joan Girona y riego deficitario controlado en cerezos:

“Un estrés fuerte en poscosecha reduce la calidad”



El investigador español Dr. Joan Girona explicó los resultados de cuatro tratamientos de riego que aplicó a dos variedades de cerezos: Summit y New Star. En precosecha suministró el 100% o más de la demanda y en poscosecha ensayó con distintas restricciones. Una de sus conclusiones es que en poscosecha el estrés debe ser suave. Además nos explica qué es, para él, ‘regar bien’.

El fruto del cerezo tiene un crecimiento violento de apenas dos meses. Es así que para tener una fruta de calidad es necesario suministrarle toda el agua que requiera en precosecha. El dilema está en la poscosecha: cuánto restringir el agua. Porque las cualidades de la fruta que cosechamos hoy dependerán directamente de cómo manejamos la poscosecha de la temporada anterior.

En su calidad de director de Tecnología del Riego del IRTA, de Lleida, España, Girona lidia con la creciente escasez de agua en la península, la que ha provocado sequías los años 1994, 2000, 2004 y 2008. Y ha llegado a una conclusión, que hoy es su foco de trabajo: “Con menos agua puedes aumentar la producción”. En este artículo Girona explica cómo mejorar la gestión del agua aplicada en los huertos de cerezo.

Señala Girona: “Cuando hablamos de riego en cerezo, normalmente si buscamos en bibliografía se dice que hay que regar bien hasta cosecha y poca agua en poscosecha. Pero esto tiene dos problemas. El primero es saber qué es regar bien. Y el segundo es definir un estrés adecuado en poscosecha”.

Para no confundir los términos, Girona explica que el objetivo de un manejo correcto “no es una mayor producción de biomasa, sino que es la obtención de una



Joan Girona.

máxima cantidad de frutos de un tamaño comercial”. Para conseguir esto hay que administrar el agua, “haciéndolo correctamente podemos hacer que el árbol no gaste tantas reservas (carbohidratos) en crecimiento vegetativo para que las guarde de modo de que crezcan más los frutos”.

Explica el experto que en el caso del cerezo nunca hay que aplicar restricciones hídricas durante el crecimiento del fruto. El crecimiento de la fruta es violento, como se aprecia en el gráfico 1, el que muestra dos tratamientos ensayados por especialistas de la Universidad de California. En un mes el fruto pasa de 4 gramos (g) a alrededor de 12 g. La diferencia entre ambos tratamientos es que al que está en rojo se le aplicó un ligero estrés hídrico, lo que determinó su menor peso. La línea verde muestra el crecimiento vegetativo.

El problema está en postcosecha. Es sabido que hay que aplicar un cierto déficit hídrico. El dilema es cuánto. "Si aplicamos poco estrés, lo más probable es que vayan pocas yemas a fruto y vayan más a crecimiento vegetativo. De esa forma el árbol gastará muchísimas reservas en un crecimiento inútil, y que después obliga a podar. Hay que pensar que el cuajado del próximo año es proporcional a las reservas de este año. La cuestión es cómo podemos controlarlo mediante la aplicación de agua".

Tratamientos de Riego Deficitario Controlado (RDC)

Girona con su equipo realizó un estudio con las variedades Summit y New Star en dos parcelas situadas en Cataluña, España. Allí se aplicaron cuatro tratamientos en los seis meses que duró el proyecto.

Realizaron muestreos semanales de calidad de fruto y también analizaron el estado de la fruta después de algunos días almacenada. Además analizaron parámetros tales como el potencial hídrico

del tallo, la conductancia estomática, la evolución de la fotosíntesis y los sólidos solubles.

Tratamiento de Control (TC): recibió en promedio entre un 100 y un 120% de los requerimientos de agua para asegurarse de cubrir las necesidades, atendiendo a las posibles ineficiencias del sistema de riego. En poscosecha se sometió a un RDC aplicándosele entre el 80 y el 100% de la demanda.

Tratamiento 2 (T2): aplicó en promedio un RDC del 50%; 100% de la demanda hídrica en precosecha y entre 35 y 40% durante poscosecha.

Tratamiento 3 (T3): recibió un 80% promedio, con 100% en precosecha y entre 70% y 80% en poscosecha.

Tratamiento 4 (PC): fue igual al T3. La diferencia es que al PC se le hicieron intervenciones como aclareos para disminuir la carga y la competencia entre frutos.

El riego fue corregido semanalmente según la Evapotranspiración de Referencia (Eto) y los Coeficientes de Cultivo (Kc), calculados estos últimos por intercepción de radiación. Los Kc pro-

medio del ciclo fueron 0,75 para Summit, y 0,65 para New Star. Se practicaron podas a mitad del ciclo para sacar un poco de madera. Además se midió con frecuencia el estado hídrico de las plantas usando la Bomba de Scholander para conocer el potencial hídrico de hojas y tallos. Cuando la presión interna bajaba de un nivel mínimo definido en base a la experiencia con otros cultivos, se volvía a regar.

Resultados en la variedad New Star

Es posible apreciar en la tabla Producción que el PC fue el único que presentó menores rendimientos en producción (tn/ha) y número de frutos por árbol. Paralelamente, el PC desarrolló frutos de mayor peso debido al aclareo, que disminuyó la competencia entre frutos.

Por otro lado, las mediciones del potencial hídrico del tallo arrojaron que el T2 (50% de la demanda hídrica en promedio) fue el más proclive a superar la barrera de los -1,5 megapascals de presión, umbral establecido como límite de estrés hídrico para no perder cualidades de la fruta. El umbral de -1,5 megapascals se determinó en base a experiencias

con otros frutales. "Este umbral nos ha funcionado bien en otros cultivos. En la literatura no hay referencias exactas de cuál es el umbral adecuado en cerezo. Pero se necesita una referencia para decir 'estoy limitando el estado hídrico a un umbral para saber cómo se afecta la producción'". Es decir, el RDC de 50% de la demanda del cultivo en poscosecha provocó un estrés en la planta que el equipo consideró perjudicial para las cualidades del producto de la siguiente temporada.

El otro tratamiento que llevó a un estrés superior a lo deseable, aunque no tan dramático como el T2, fue el T3. Para evitarlo, cada vez que se superaba la frontera de -1,5 megapascals de potencial hídrico del tallo, el equipo investigador procedía a regar nuevamente.

Resultados Summit

Los resultados en Summit en fruta recién cosechada y en fruta en proceso de conservación.

Se aprecia que el tratamiento con mayor déficit hídrico, el T2, fue el que tuvo resultados más bajos en los distintos índices. Justamente, al medir el potencial hídrico del tallo mediante la Bomba de Scholander, el T2 fue el que superó los -1,5 megapascals señalado como

TABLA 1. Características de la Actividad Experimental

	SUMMIT	NEW STAR
Superficie	0,75 ha	0,87
Marco de plantación	5 x 3 m	5,5 x 3
Riego	Goteo	Goteo
Nº de goteros por árbol	3	3
Caudal de goteros	3,9 lt/h	4,2 lt/h

Gráfico 1.

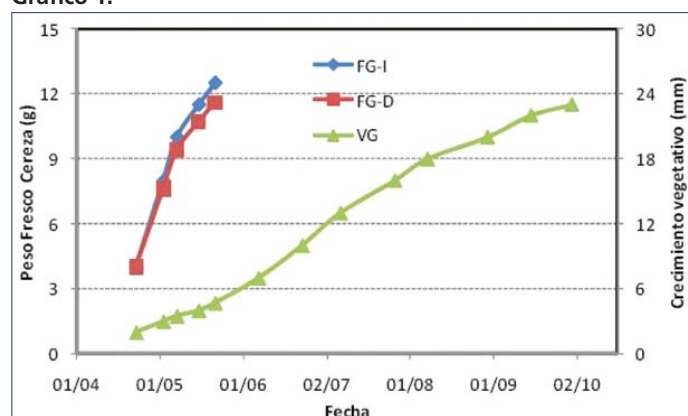


TABLA 2. Resultados con New Star

PRODUCCIÓN			
Tratamiento	Producción (tn/ha)	Frutos/árb (nº/árbol)	Peso Fruto (fresco)(g)
TC	18,7 a	3860 a	7,3 c
T2-50%	19,4 a	3554 a	8,2 bc
T3-80%	20,2 a	3924 a	7,8 b
PC-80%	14,4 b	2414 b	9,0 a
CALIDAD			
Tratamiento	Sólidos Solubles (%)	Dureza (%)	Color (hue °)
TC	17,1 ab	71,4	59,8
T2-50%	15,9 b	68,1	53,9
T3-80%	15,8 b	69,3	53,2
PC-80%	17,7 a	69,2	53,2

*Los promedios de cada columna con igual letra son estadísticamente iguales según la DMS (Diferencia Mínima Significativa) al 5%.

TABLA 3. Resultados con Summit

	Cosecha		Conservación	
	Sólidos Solubles	Acidez	Sólidos Solubles	Acidez
	(°brix)	(mg/100gr)	(°brix)	(mg/100gr)
TC	17,9 b	16,1	17,4 b	14,0
T2-50%	17,1 c	16,1	16,7 b	13,6
T3-80%	18,8 a	16,5	18,4 a	14,4
PC-80%	18,2 ab	16,9	17,1 b	14,4

*Los promedios de cada columna con igual letra son estadísticamente iguales según la DMS (Diferencia Mínima Significativa) al 5%.

el mínimo de presión adecuada. En conclusión, supliendo en poscosecha el 50% de la demanda requerida por la planta, el riesgo de caer bajo el umbral era alto, poniendo en peligro la producción de la temporada siguiente.

Lo mismo sucedió con la evolución fotosintética después de la cosecha. Las plantas de T2 tuvieron mucha menos actividad fotosintética porque el árbol estaba hídricamente más estresado. Mientras que los otros tratamientos mostraron un desarrollo relativamente similar, aunque con una ligera mayor actividad fotosintética en el caso del TC.

“Algo similar ocurre con la concentración de almidón. Si yo quiero hacer crecer un fruto de calidad, necesito las reservas de almidón del año anterior, y para eso no puedo estresar mucho”, dice Girona. En las pruebas con Summit quedó en evidencia que a medida que el potencial hídrico del tallo se aproximaba a -1,5 me-

gapascales, la concentración de almidón en invierno bajaba marcadamente.

Conclusiones

Las conclusiones y recomendaciones de los trabajos realizados por Joan Girona y su equipo, son las siguientes:

- El suministro de agua a la planta debe ser completo antes de cosecha. Y en poscosecha debe haber un ligero estrés. Este estrés no debe ser nunca superior a -1,5 megapascal de potencial hídrico de tallo medido a mediodía. Medición que se realiza con la Bomba de Scholander: -1,5 megapascal es señal de un estrés hídrico suave, controlado, y apropiado para el tallo. En estos casos se hicieron mediciones con la Bomba de Scholander tanto del tallo como de las hojas. Sin embargo, según algunos ensayos el potencial hídrico del tallo es más efectivo para me-

dir el estrés hídrico de algunos carozos (ver figura).

- Si se supera esa medida de estrés hídrico, se afecta negativamente la dureza del fruto, expresado en la cantidad de sólidos solubles.
- “Un estrés más fuerte en poscosecha reduce la potencialidad de producción y de calidad del año siguiente, porque limitamos las reservas que tendrá la planta la próxima temporada”, dice Girona.
- La gestión de la reserva de los carbohidratos después de la cosecha es fundamental para mejorar la calidad de la cereza.
- El aclareo es una técnica de cultivo que permite mejorar la calidad y el tamaño de la cereza. Si hay menos frutos deficientes en el árbol, las cerezas serán más grandes y de mayor calidad.
- Hay que utilizar algún indicador de déficit hídrico de las plantas, como la bomba de Scholander.

Según Girona: “¿Qué significa regar bien?”

Joan Girona se hace esta pregunta para la cual, según explica, la respuesta no es tan obvia. Explica que se ha topado con múltiples casos de sistemas de riego, incluso tecnificados, donde las pérdidas son enormes. Por eso recomienda tres cosas: comprar un contador de agua, sectorizar el predio según las demandas hídricas, y medir la radiación para establecer el coeficiente de cultivo. “Para regar bien lo más importante es que el agua llegue a las raíces. Parece una obviedad, pero no lo es”.

Girona entregó datos: “Hay sistemas de riego donde más de un 80% del agua se pierde. Incluso hay sistemas de riego localizado, muy bien calculados hidráulicamente, que fallan porque no

hemos puesto el número adecuado de goteros, o porque no utilizamos correctamente la frecuencia de aplicación. Una de las cosas que más me ha sorprendido es que cuando a un agricultor se le pregunta cuánta agua aplica, puede contestar ‘yo, cuatro horas’. O dirá tantos litros. Pero es difícil que sepa cuántos litros efectivamente aplica. Es muy frecuente programar el riego y que luego las diferencias entre lo que se programa y lo que se aplica sean de un 20, un 30 ó un 40%”.

Aquí empiezan las soluciones: “Si nos hemos gastado muchísimo dinero en la instalación de riego, pongamos un contador de agua. Con él podemos detectar infinidad de errores. Por ejemplo, que en vez de ponernos goteros de 4 litros nos pusieron goteros de 2,8 litros. Son casos con los que nos hemos topado. Y sucede también que los goteros se van obteniendo”.

Otro paso importante es el desarrollo de lo que se llama una agricultura de precisión. “Antes de que nosotros empezáramos a trabajar con agricultura de precisión en viñas, pensábamos que los huertos –por ejemplo, duraznos, cerezos, manzanos– eran muy uniformes. Pero no es así. No hay un huerto que sea plenamente uniforme”, explica Girona.

La agricultura de precisión implica dividir el predio en sectores según las condiciones de suelo. La idea es que las plantas tiendan a ser homogéneas y con el riego es posible manejarlo. “Las plantas que estén en un suelo mejor van a estar más vigorosas porque son capaces de almacenar más agua. Entonces hay que intentar equilibrarlas con la poda y el riego. Una primera posibilidad es simplemente hacer sectores más pequeños, de acuerdo con el tamaño de las plantas. Esto es lo que en viñas se llama agricultura de precisión y que vale para todos los huertos”.

Girona explica la imagen de

Gráfico 2.

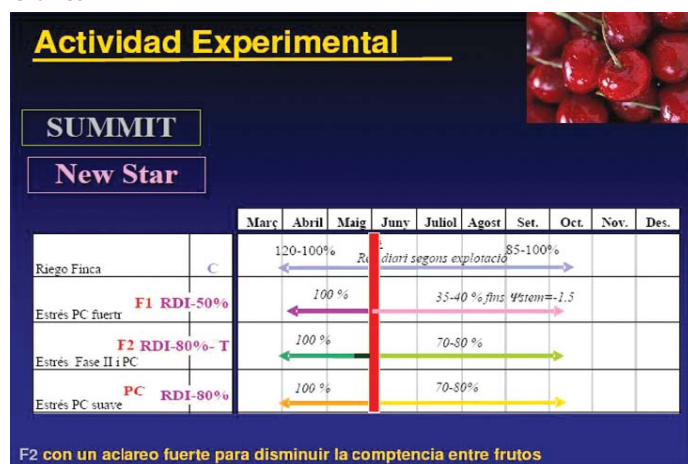
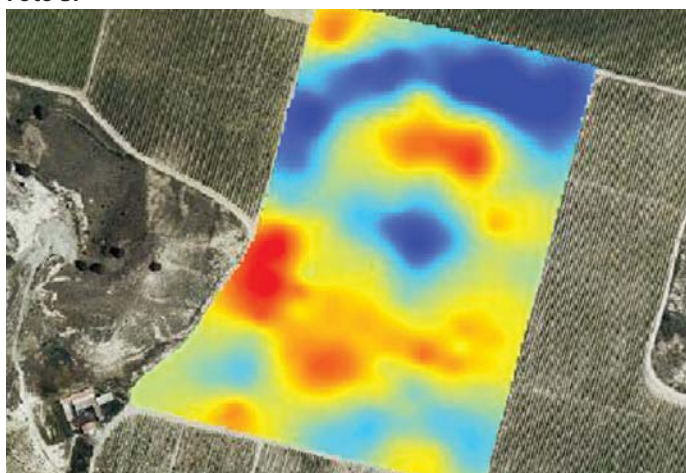


Foto 3.



un predio (ver foto 3): “Esta es una viña de 15 ha. Siempre se ha regado igual. Pero haciendo los mapas de estado hídrico de las plantas se pueden apreciar unas zonas en rojo, que es donde está realmente seco, y otras en azul, donde está muy húmedo. Y todas se riegan igual. ¿Qué se ha hecho? Sectores más pequeños para intentar homogeneizar las plantas con el riego”.

El tercer eslabón clave del riego es que el agua llegue a las raíces. “Parece una obviedad, pero no lo es”, acusa Girona. Y para ello es clave tener indicadores de agua en el suelo. “La única agua productiva es la que entra al suelo, es absorbida por las raíces y se pierde por transpiración. La que se pierde por evaporación, por escorrentía o por percolación no es productiva”.

La radiación y el Kc

Ahora bien, ¿cómo regar bien? Lo primero es saber cuánta agua demanda la planta, que es lo más difícil. Hay que calcular la Evapotranspiración del Cultivo (ETc) en base a una Evapotranspiración de Referencia (ETo) y el Coeficiente de Cultivo (Kc). Son cuatro las variables que determinan la ETc: humedad, temperatura, presión atmosférica y radiación.

“La ETo no es problemática porque es la Evapotranspiración de Referencia, estimación que nos

proporciona una estación agroclimática. La estación nos dice lo que evaporaría un césped que tuviese 4 cm de altura”. Pero no es lo mismo medir la ETo de un césped que la de un huerto con árboles. En este caso, para un huerto con árboles de cerezos la estación agroclimática nos puede entregar una ETo. Pero ésta será incompleta si no se analizan otras variables. Porque cada huerto tendrá una evapotranspiración distinta, un Kc distinto.

“El Kc es este número mágico que nos permite pasar de lo que demanda un césped a lo que requiere un árbol. El Kc va variando. Hay un Kc inicial, luego empieza la brotación y el crecimiento vegetativo. Así se llega a un Kc máximo. Luego viene la cosecha, la baja productiva y el Kc final. Y con estas informaciones vamos programando el riego” (ver gráfico 3).

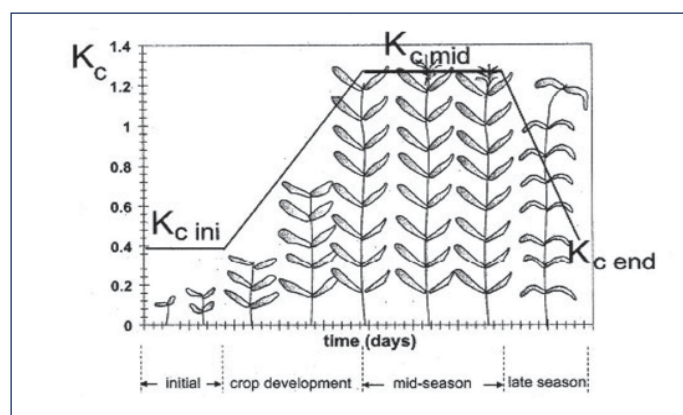
Por ejemplo, un huerto que tiene un 12% de cobertura tiene un Kc distinto a uno con un 40% de cobertura, y muy distinto a otro con un 80% de cobertura. Porque este diseño del huerto puede aumentar o disminuir la capacidad de absorber radiación. Manejando eso se puede lograr una mejor producción cuando la absorción es mayor. Con la salvaguarda de que esos sistemas requerirán más agua que los que absorben menos radiación (ver foto 4).

Una fórmula para determinar

Foto 4.



Gráfico 3.



el Kc “es midiendo al mediodía la proporción de intercepción de radiación de los árboles”. Al mediodía los rayos inciden sobre el cultivo desde un mayor ángulo, determinando una mayor penetración de la radiación en el follaje. Esta radiación se calcula con un instrumento que mide la radiación incidente, que es la que cae “sobre” la planta, y luego hay que medir la radiación en varios puntos del marco de plantación del árbol. “La diferencia entre lo que llega por arriba y lo que leemos por abajo es lo que se ha quedado en la planta. Esto es lo que denominamos intercepción de radiación. Así podemos determinar para este momento qué coeficiente de cultivo tengo”.

La intercepción de radiación, continúa Girona, dependerá de varios factores: “Del marco de plantación, de la orientación de

la plantación, de la posición en el planeta. Y también influirá la precocidad del año: un año con más calor va a haber más crecimiento vegetativo. Por todo lo anterior, un único coeficiente de cultivo no me sirve”.

Joan Girona enfatiza que este método de la intercepción de radiación para calcular el coeficiente de cultivo le ha dado muy buenos resultados. Y recuerda que de las cuatro variables que determinan la evapotranspiración de un cultivo, sólo una cambia realmente: “Es la cantidad de radiación que absorbe un cultivo. Entonces es lógico que el Kc sea este factor de radiación”. Las otras variables prácticamente no cambian: humedad, temperatura y presión atmosférica.

Con esta herramienta el productor se puede ir ajustando a cuál es la demanda real del cultivo durante el crecimiento del fruto. **CR**

Contador Frutos en Limarí:

Riego de alta tecnología y baja energía



En este artículo analizamos un proyecto de riego intensivo en el uso de tecnología. Diseñado para regar almendros con la máxima eficiencia, el proyecto se elaboró con tiempo y con la participación de todos los involucrados –incluyendo al asesor agrónomo y al encargado de riego– y su concepto base fue la eficiencia energética, hídrica y de aplicación de fertilizantes. Así, lo que en principio puede parecer un gasto exagerado, en realidad es una apuesta por aumentar los retornos gracias a costos operativos más bajos y mayores rendimientos.

Juan Pablo Figueroa Foessel



A la fecha de la visita al predio, noviembre de 2009, los almendros tenían sólo dos años de desarrollo.

En el predio de la empresa Los Aromos, perteneciente al Holding Contador Frutos, ubicado en el camino entre Ovalle y Camarico, en el valle de Limarí, nos encontramos con un espectacular huerto de 380 hectáreas (ha) plantadas con almendros (sector San Julian). Los árboles a la fecha de la visita (noviembre de 2009) tenían 3 años y mostraban un gran desarrollo vegetativo para el corto período de crecimiento.

“En este proyecto el gran foco

ha sido el ahorro energético. Lo que se refleja en la tecnología en la caseta de riego más las líneas de goteo autocompensado de baja presión. Cuando sube el costo de la energía y del agua bombeada, estos equipos nos permiten tener un sistema de amortiguación. Además el control de la fertirrigación nos ha permitido reentender la fertilización de los árboles y ser mucho más eficientes con cada unidad de fertilizante que aplicamos. En este proyecto buscamos



En las fotos se aprecia arriba el tranque de riego, abajo la caseta de filtración y bombeo y la tubería que sube desde esta última a la caseta de fertirriego.

la mayor eficiencia en el uso de la energía, del agua y de los fertilizantes”, explica Cristián Venegas, responsable agronómico del proyecto.

La primera temporada de riego, luego de plantación, regaron desde julio ya que debían mantener el suelo húmedo. Durante ese período se aplicaron 2.000 m³/ha/temporada. El costo total que pagaron esa temporada por el servicio eléctrico superó por poco los 9 millones de pesos y en el mes de mayor demanda (enero) pagaron cerca de un millón doscientos mil pesos por regar las 380 ha. Es decir, el costo por hectárea fue cercano a los 25.000 pesos/temporada. En esa primera temporada, y aún a la fecha en que visitamos el predio, se regaba con una sola línea de goteo debido a la baja demanda

hídrica de los jóvenes árboles.

Los encargados del proyecto de Contador Frutos estiman que el máximo consumo del huerto llegará a cerca de 6.000 m³/ha/temporada. Sin embargo, según las proyecciones de la empresa, cuando rieguen con ambas líneas de goteo y a pleno régimen, el aumento del consumo eléctrico será sólo de entre un 40 y un 50%.

Pero para lograr los bajos costos operativos descritos se requirió de mucha participación, planificación y de una importante inversión inicial. El costo total del sistema de riego, que incluye el fertirriego y la construcción del embalse y de las casetas, fue de entre US\$3.500-3.700/ha.

La visita, a la que fuimos invitados por la empresa Netafim, proveedora de las líneas de go-



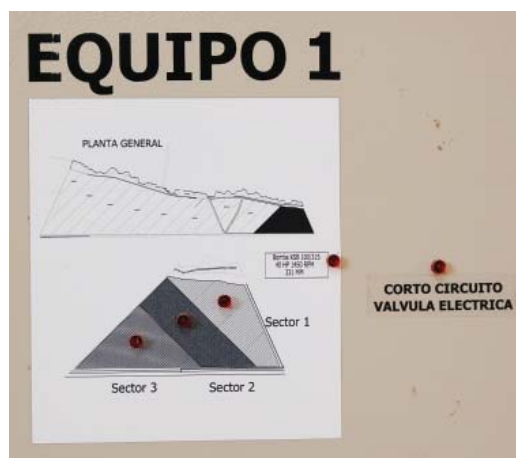
Interior de la caseta de riego: los 10 equipos de filtrado y bombeo independientes.

teo, fue guiada por el agrónomo de los Aromos Cristián Venegas, y por el jefe de riego de la misma empresa, Hernán Peralta. Ambos participaron desde un comienzo y en todas las etapas de desarrollo del proyecto. Y se nota.

La caseta de bombeo: el corazón del sistema

En la caseta de riego funcionan 10 equipos de filtración y bombeo independientes pues el sistema está diseñado para regar individualmente sectores pequeños, con lo que se busca acotar potenciales problemas. “Son 10 bombas que alimentan 10 sistemas de riego separados, con 10 matrices distintas, y cada uno es dividido en tres subsectores”, nos explican. La superficie promedio de cada uno de los subsectores es cercana a las 12 ha. Además cada subsector está dividido por válvulas.

El agua baja por gravedad a la caseta de riego directo desde el fondo del tranque por lo que ya llega con presión a las bombas de promedio 40 HP, las que no deben gastar energía en succionar el



Interior de la caseta de riego: En la consola que muestra el jefe de riego Hernán Peralta se puede ver los variadores de frecuencia (VF). Son dos VF por consola y cada uno controla el motor de una bomba. En las puertas de las consolas se aprecia el esquema del sector de riego correspondiente.



agua. Los filtros de malla son de lavado automático, acción que se provoca por diferencial de presión o de forma programada, ya que cada filtro tiene un programador. "El retrolavado se programa por tiempo: cada 1 hora, cada 24 horas, etc., y además se acciona por diferencia de presión. Cualquiera de los dos eventos que se produzca primero y los filtros se lavan automáticamente. Este sistema nos ayuda a ahorrar agua ya que con los filtros de grava (arena o cuarzo) que utilizamos normalmente perdemos varios metros cúbicos (miles de litros) de agua en cada lavado. Con este sistema un retrolavado bota 120 litros, la diferencia es enorme, y además recuperamos el agua, la decantamos y la devolvemos al tranque", señala el jefe de riego Hernán Peralta.

"Para no gastar más energía de la que realmente se necesita instalamos reguladores de frecuencia (RF, también llamados

variadores de frecuencia). Estos sistemas hacen que los motores de las bombas partan y se detengan suavemente, pero además son capaces de regular las revoluciones por minuto del motor. Son sistemas que se usan mucho en minería e industria pero son relativamente nuevos en agricultura. Presentan varios beneficios, en primer lugar el motor comienza a funcionar muy lentamente hasta llegar a su rendimiento nominal o hasta la velocidad predefinida. Las partidas bruscas son las que provocan los mayores consumos, generando peaks de hasta 5 veces el nominal del motor, lo que incrementa de forma importante los cobros de las compañías de distribución eléctrica", señala Venegas.

Los RF son programables para adecuar el funcionamiento del motor de la bomba a la velocidad más idónea para cada subsector. Cuando una bomba pasa a regar

un nuevo subsector de riego su velocidad es regulada por el RF, aumentándola o disminuyéndola, de acuerdo a las diferencias de superficie o de altura de bombeo. En el caso de este proyecto el RF principalmente hace que cambie el caudal bombeado de acuerdo al tamaño del sector. A principio de temporada se programan los RF para todo el período de riego. Además de los importantes ahorros en energía por las partidas suaves, los RF también permiten controlar el factor de potencia. "Hay meses en que tenemos factor de potencia 1", apunta Peralta.

Las consolas de control y los variadores de frecuencia

Cada tablero o consola controla dos equipos ya que en ellas hay dos RF y cada uno controla el bombeo de un sector. En las puertas de las consolas se aprecian los planos de los sectores correspondientes (ver foto), cada uno con sus tres subsectores. En los planos se puede ver que hay grandes diferencias de superficie entre los subsectores, además de que cambia la distancia del paño de riego a la matriz. Esa es parte de la información con que se programa el RF a principio de cada temporada.

Los RF permiten programar la hora de partida, el tiempo que demora el motor en alcanzar su velocidad de régimen, la hora de parada y el tiempo que demora en detenerse el motor. Los RF no son todos iguales y se compran o diseñan de acuerdo a la potencia del motor que van a controlar.

Como vimos, el proyecto final —con los árboles ya adultos y en plena producción— considera dos líneas de goteo. "El uso de los RF hoy, con una sola línea por hilera, nos permite regar sin tener que unir sectores de riego ya que somos capaces de regular el caudal.

De otra manera tendríamos que haber contratado inmediatamente toda la energía requerida (la capacidad instalada) para regar con dos líneas de goteo", nos dicen.

Caseta de fertirriego y eficiencia en la nutrición

Desde el punto de vista agroeconómico técnico el sistema les permite decidir qué fertilizante aplicar, cuándo y dónde. "Tenemos dos inyectores de fertilizantes lo que nos permite jugar con los tiempos y decidir si quiero dejar los nutrientes colgados arriba del bulbo o más abajo, o si los quiero desplazar del bulbo de riego, la distribución del fertilizante en el bulbo de riego se hace variable. Además regula el pH de la solución al nivel deseado, muy cercano a 6, y controla Conductividad Eléctrica (CE).

El agua de riego de que disponen en la zona del proyecto es de buena calidad. Entre los principales parámetros: el pH del agua se mueve entre 7,6 y 8,0 y se regula inyectando ácido, en tanto que la CE natural del agua es cercana a 0,3 y 0,6 es la lectura más alta que han tenido. Luego de hecha la solución nutritiva "la CE más alta con que hemos regado ha sido de 1,1".

El equipo de control de fertirriego les permite diferenciar la nutrición entre etapas fenológicas, las que dependen de la época del año, entre temporadas ("ninguna temporada es igual a la otra", nos dicen), y entre variedades. Además de poder decidir dónde y cuándo quieren aplicar el fertilizante. "En general fertilizamos en donde tenemos mayor actividad radicular y ahora podemos ser muy eficientes en la aplicación de cada nutriente ya que controlamos qué, dónde y cuándo aplicamos", nos explican.

Según las mediciones de campo, el pH que mantienen entre los 20 y los 60 cm de profundidad, así



En el interior de la caseta de fertirriego se observan los controladores de fertirriego y los inyectores de fertilizantes y ácido.

como lateralmente desde la planta hasta los 70 cm, se mueve entre 6 y 6,6. "Es un cubo de tierra que se mantienen en el rango ideal para la disponibilidad de micronutrientes, los que en estos suelos son muy abundantes", apunta Venegas. A este nivel ya estamos hablando de economía de fertilizantes y de uso eficiente del suelo: "Las arcillas de nuestros suelos tienen muchos nutrientes y el control del pH nos permite usar el capital que tenemos guardado en el suelo en vez de tener que comprar productos". El pH de la solución es regulado mediante ácido fosfórico, el que al mismo tiempo es la principal fuente de fósforo del cultivo.

Cuando comenzaron a analizar el suelo del predio encontraron que el pH natural se movía entre 8,3 y 8,5 y que la CE iba de 1,8 a 2,2 (medidos en las muchas calicatas que realizaron). Para conocer pH y CE hacen pasta saturada de suelo, la que analizan cada 10 cm. Los datos de pH que obtienen en la actualidad son el resultado de un año del tratamiento de fertirriego ya descrito.

"Hemos debimos bajar la cantidad de nitrógeno de nuestro programa porque nos dimos cuenta de que la eficiencia de aplicación que logramos es mayor a la que esperábamos. Incluso creo que vamos a tener que seguir bajando cada vez más la cantidad de

nitrógeno gracias a la exploración radical que estamos logrando".

Gotosos que se autocompensan a muy baja presión

Generalmente lo último que se analiza en un proyecto es la línea de riego, pero "nosotros partimos desde la eficiencia de los goteros y de la línea de goteo y comenzamos a retroceder en el proceso buscando economías de operación".

Explica Venegas que desde el punto de vista energético la base del proyecto está en los goteros de bajísimos requerimientos de presión, los que se autocompensan en un rango que va de los 0,5 a los 2,5 bar. "Programamos nuestros reguladores de frecuencia según los requerimientos de presión de los goteros por lo que en la programación definimos que el sistema trabaje a 0,5 bar en el último gotero. Como ven el huerto se aprecia muy uniforme, sin diferencias entre hileras o entre sectores, hemos aforado los goteros, y vemos que funcionan muy bien con una presión de 0,5 bar al final de las líneas. En este campo encontramos mínimo 6 tipos de suelos distintos y esas diferencias no se aprecian en los árboles".

Pero el alto nivel de tecnología del proyecto también ha impac-

El desarrollo del componente humano:

Si bien todos los componentes tecnológicos de este proyecto de riego impresionaron bastante a los participantes de la visita organizada por Netafim, uno de los aspectos que más nos sorprendieron fue la capacidad técnica de los 'regadores', tanto en hidráulica como en electrónica, así como también en el ámbito agronómico. Cada uno de ellos conocía perfectamente el sistema de riego y fertirriego, así como sus componentes, pero además eran capaces de aforar goteros, de evaluar el estado hídrico de los árboles y la humedad del suelo. Incluso estaban capacitados para monitorear potenciales plagas y enfermedades en el huerto.

"El regador o ayudante de terreno pasa a ser más un inspector que un trabajador. La persona va a ser capaz de notar diferencias en los bulbos de riego, en el estado general de las plantas, diferencias de color en el follaje e incluso monitorean

plagas. La tecnología nos permite preocuparnos más de los árboles, la esencia del negocio, que de estar en la caseta controlando el equipo de riego", señala Venegas.

Según el encargado, en noviembre regaban 6 horas semanales y en verano (máxima demanda) llegan a máximo 12 horas de riego a la semana. Venegas explica cómo riegan los complicados suelos arcillosos del predio: "Regamos 6 horas pero en ciclos de dos horas, para lograr expandir los bulbos de riego. Esta semana regamos el día martes y posiblemente volvamos a regar el próximo lunes, pero seguramente vamos a cambiar el ciclo. Los ciclos de riegos largos y cortos, de no más de dos horas seguidas, nos permiten llegar a un excelente nivel de friabilidad. Más adelante llegamos a máximo 3 horas continuas de riego (en máxima demanda)". Los ciclos cortos permiten infiltrar el agua y a la vez oxigenar.



El agrónomo Cristián Venegas muestra a los visitantes el efecto en el suelo del control de riego y de la estrategia de aplicación de agua.

tado positivamente en el 'factor humano', ya que les ha exigido profesionalizar a los operarios del sistema de riego los que tienen más tiempo para trabajar más finamente en el estado hídrico del huerto. "Esto hoy nos permite una mayor eficiencia del recurso humano ya que nos podemos dedicar a recorrer el campo para conocer el estado de los árboles y sus verdaderos requerimientos.

Debido a que tenemos la seguridad de que el sistema está funcionando correctamente. Tanto en riego como en fertirrigación", explica Cristián Venegas. Salvo por lo peak de mano de obra que se vendrán a futuro, tales como podas o cosecha, este huerto de 380 ha, con un perímetro de 18 km, es manejado sin problemas por el encargado del huerto y dos o tres ayudantes. **CR**

Gracias a la Ley de Fomento al Riego y Programas de la CNR

Toma fuerza el riego con aguas limpias

La calidad del agua de riego es hoy un eje clave de la producción agrícola. Lo que se incorporó al principio en los concursos de la Ley 18.450 el año 2002 con postulaciones de pozos y aguas certificadas, hoy es una tendencia vigorosa que se ha diversificado: el concurso contempla nichos para entubamiento o abovedamiento de canales, riego con aguas tratadas y tecnologías de prevención o mitigación de la contaminación de las aguas de riego.

Alejandro Pardo

La calidad de las aguas de riego se ha convertido en uno de los ejes clave para el desarrollo de la agricultura chilena. Los mercados de destino de nuestras exportaciones son estrictos al respecto y lo mismo está exigiendo el mercado interno, en especial cuando se trata de hortalizas de consumo fresco que crecen a ras de suelo. Por ello, la CNR ha desarrollado diversos programas orientados a la calidad del agua y el manejo eficiente y sustentable de los recursos hídricos para riego.

En la Ley 18.450 de Fomento a la Inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje, esta tendencia debutó como concurso el año



Esta rejilla se coloca transversal para detener la basura. Luego se levanta y se retiran los escombros.

2002, con un escaso interés de los regantes. Distinto a lo que ocurre hoy, cuando la fuerza de la agri-

cultura limpia es consistente y crece aceleradamente, con postulaciones a la Ley tan innovadoras

TABLA 1. Evolución en cifras del concurso

Año	Fondo Disponible (\$)	Bono Adjudicado (\$)	Inversión Total (\$)
2002	400.000.000	94.519.805	155.642.214
2003	550.000.000	243.016.446	334.388.521
2004	900.000.000	506.885.588	821.555.407
2005	900.000.000	614.214.484	924.598.097
2006	900.000.000	873.447.130	1.344.362.225
2007	1.600.000.000	1.654.359.558	2.695.724.141
2008	1.500.000.000	1.340.962.187	1.469.152.272
2009	1.500.000.000	1.510.974.420	2.534.184.420

Los beneficiados en números

Año	Nº Proyectos	Nº Beneficiarios	Superficie
2002	4	4	99
2003	4	4	168,9
2004	17	18	415,3
2005	17	19	1004
2006	25	998	7972,8
2007	54	2014	101878,7
2008	43	1128	3234,9
2009	59	1085	9433,1

Ensayos que optaron por la tecnología UV

La CNR implementó el programa ejecutado por el Centro Nacional del Medio Ambiente "Validación y Difusión de Tecnologías para la Prevención y Mitigación de la Contaminación de las Aguas de Riego".

El programa se desarrolló entre los años 2005 y 2007 en las regiones VI y VII y buscó determinar cuáles eran las tecnologías más adecuadas en prevención y mitigación pensando en su viabilidad para los concursos de la Ley. Se estudiaron tecnologías de remoción de coliformes fecales (UV, Ozono, Filtración por Cartucho, Filtración con Bolsa, Microfiltración y Ultrafiltración); remoción de sólidos disueltos (Electrodialisis Reversa); Remoción Específica de Iones (Carbón Activado Granular, Intercambio Iónico, Medios Filtrantes y Alumina Activada). De éstas se implementó una unidad de validación con tres tecnologías relacionadas con la mitigación de coliformes fecales –principal problema que afecta a la zona productiva del centro sur del país– para su experimentación: UV, Ozono y Microfiltración. Y se analizaron otras experiencias nacionales realizadas por universidades o centros de investigación: remoción de bacterias por Fotocatálisis de la Universidad de

Concepción, remoción de Boro de la Universidad de Tarapacá (ver recuadro) y Biofiltros del INIA.

De los ensayos con ozono, luz UV y microfiltración la de mejores resultados fue la UV. Por costo, facilidad de operación y mantenimiento. Como muestra la tabla 2, la tecnología UV permite cumplir holgadamente con la Norma NCh 1.333 de aguas para riego. En la tabla también se menciona cuántos coliformes fecales había en la entrada del reactor UV y cuántos se registraron en la salida. En la tabla figuran además los resultados del ensayo con un mayor caudal y mayor turbiedad, cumpliendo siempre con la norma.

Estos ensayos fueron realizados con un equipo para 7 l/s de un valor de \$5.400.000 (IVA incluido). Hoy es posible encontrar equipos en el mercado de 3 y 5 m³/h por un valor de \$588.000+IVA y de 8 m³/h por un valor de \$ 780.000+IVA.

A todos los equipos de luz UV se les instaló un contador de horas de uso, pensando en futuras fiscalizaciones. El equipo no puede estar funcionando sin agua, y no sería lógico que estén tratando agua y no la ocupen para regar, por lo tanto esto le da seguridad al

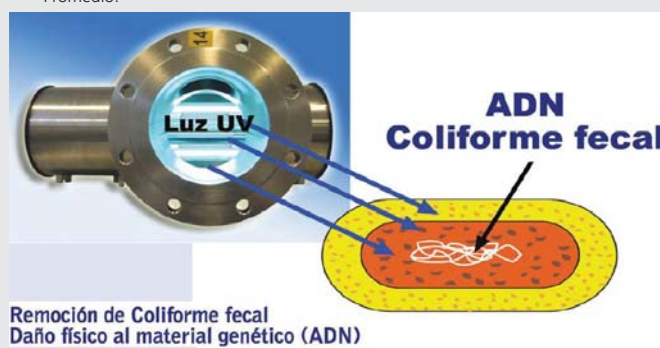
TABLA 2.

	32 registros		1 registro		3 registros	
	Caudal de 7 lt/s y <40 NTU*		Caudal de 7 lt/s y 150 NTU		Caudal de 10 lt/s y <40 NTU	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida
	NMP** Coliformes fecales/100 ml		NMP Coliformes fecales/100 ml		NMP Coliformes fecales/100 ml	
Pr.***	3.723	5	3.500	350	1.907	2
Máx.	16.000	33			2.400	2
Mín.	540	<2			920	<2

* Nefelometric Turbidity Unit: es una unidad que mide la turbidez.

** Número Más Probable.

*** Promedio.



sistema. Es como una bitácora que le permite al agricultor demostrar el uso del equipo, información que se puede contrastar con la superficie regada, el tipo de cultivo y el sistema de riego. En el marco de este programa desarrollado entre el 2005 y el 2007 se capacitó sobre calidad de agua a 1.022 regantes

de las regiones VI y VII, mediante la elaboración de dípticos, letreros, un video y un manual sobre tecnologías de descontaminación. Se realizaron una gira tecnológica internacional, además de tres seminarios y visitas guiadas a una unidad experimental en Coltauco.

como el uso de luz ultravioleta para la mitigación de coliformes fecales. Este año el concurso dispone 1.300 millones de pesos y las postulaciones se abren el 5 de agosto.

El 2002, la Ley dispuso un fondo de 400 millones de pesos para el concurso de agricultura limpia (ver tabla 1). Pero se bonificaron sólo 94 millones: cuatro proyectos de cuatro regantes beneficiados. El 2009, en cambio, el interés fue extraordinario. El concurso N°13 de la Ley, llamado Riego y Tecnificación-Agricultura Limpia, Pequeños (as) Productores (as) y Empresarios (as) Medianos (as), dispuso 1.500 millones de pesos a nivel nacional, bonificándose finalmente 1.511. Y este año el concurso dispondrá



1.300 millones.

Este concurso ha tenido un aumento tanto en recursos como en postulación de proyectos. Al principio, como había que promocionarlo, la mayoría de los proyectos iban ligados a proyectos de riego intraprediales, en el caso de aquellos agricultores que tenían alguna iniciativa en agricultura limpia; y en el caso extrapredial, a proyectos de abovedamiento de canales o su tapado con losetas en los casos en que pasaban por sectores poblados donde se convertían en vertederos de basura.

El ingeniero agrónomo Patricio Parra, de la División de Estudios y Desarrollo de la CNR, explicó cómo ha evolucionado este concurso: "La gracia de los

Otras iniciativas de la CNR sobre calidad de agua

La CNR también ha desarrollado otras iniciativas tendientes a la protección de los recursos hídricos y su uso sustentable. Algunas de estas iniciativas incluyen estudios de calidad de aguas y uso de fuentes no convencionales, además de programas de capacitación en calidad de aguas y buenas prácticas agrícolas para riego, programas de manejo eficiente y sustentable del agua de riego, y también de gestión de la calidad del agua por parte de orga-

nizaciones de regantes.

Estas iniciativas apuntan a favorecer una agricultura asociada al uso de aguas descontaminadas y la adopción de sistemas agrícolas que preserven la calidad de los recursos hídricos. De esta forma se promueve el uso de aguas de riego de calidad, permitiendo el desarrollo de una actividad agropecuaria sustentable y competitiva, basada en el uso de recursos limpios.

Potenciales proyectos que utilizan tecnología para mitigar concentraciones minerales



Esquema de tratamiento del boro.

En el norte hay una condición natural de boro en el agua, en el Valle de Lluta por ejemplo. Por eso la Universidad de Tarapacá desarrolló un proyecto, con apoyo del FIA (Fundación para la Innovación Agraria), que consistió en un prototipo de decantador para bajar los niveles de boro. Si un agricultor presentara al concurso un proyecto que utilice una tecnología para mitigar concentraciones minerales, sería muy bienvenido. El problema es que estas tecnologías son muy caras todavía. Para el tema de los metales es conocida la tecnología de osmosis inversa, pero su uso debe ser rentable.

La norma NCh 1333 sobre calidad de aguas dice que la concentración máxima permitida de boro es de 0,75 mg/l. El prototipo de la Universidad de Tarapacá permite reducir la concentración desde 15

mg/l a 0,67 mg/l. El sistema opera mediante piscinas de decantación y productos químicos que liberan el boro para separarlo. El costo de un sistema así era de \$15,2 a \$56,5 pesos/m³, dependiendo del nivel de boro.

Es importante subrayar que en el concurso 13 de la Ley 18.450, el nicho sobre mitigación se aplica para cualquier parámetro de la norma chilena NCh 1.333, cuya concentración deteriore la calidad del agua, por lo que proyectos para aguas de riego con altas concentraciones de Boro, Cobre, Arsénico, Hierro, Molibdeno u otros elementos mencionados en la NCh 1.333, también pueden ser beneficiados, siempre que se demuestre que la tecnología utilizada permite llevar esos altos niveles a concentraciones permitidas por la norma.



Canal cubierto con losetas.

últimos años es que ha habido cambios importantes en el tipo de proyectos presentados: el 2007 se bonificó un proyecto pionero de conducción para riego de aguas servidas tratadas (en Calama). Y se han financiado proyectos de tecnologías de mitigación de coliformes fecales utilizando luz ultravioleta (UV)". En el caso de la luz UV, se trata de mitigar el principal problema que afecta al agua que se utiliza para regar los cultivos de la zona centro sur del país, que son los coliformes fecales (ver recuadro 1). Lo que falta ahora es trabajar con la autoridad sanitaria para que permita el riego de hortalizas con el agua tratada con esta tecnología, cumpliendo con la norma NCh 1.333.

En el caso de Calama se trata de un proyecto pionero en la Ley de Riego: aguas servidas tratadas por la empresa sanitaria de la zona son usadas para riego agrícola. El subsidio consistió en el entubamiento de esas aguas para trasladarlas hasta tres sectores que totalizan 96 hectáreas pertenecientes a 56 beneficiarios: la mitad de la superficie es de nuevo riego y en la otra mitad se plantaba alfalfa. Con el aumento del caudal los pequeños agricultores ya piensan en riego de frutales, e incluso, con el apoyo de INDAP, se piensa en una segunda etapa que contemple la tecnificación del riego. "Antes la calidad de las aguas era mala. La mitad de la gente regaba con aguas servidas y la otra mitad no



Aguas servidas de Calama que son tratadas para riego.

tenía agua. Y alfalfa era lo único que se podía regar”, cuenta Wilhelm Gruss, revisor de proyectos de la Ley de Riego.

La evolución del concurso

La CNR tuvo un programa de validación de tecnologías vinculado a los concursos de la Ley de Fomento al Riego. Entonces lo que se ha hecho desde el año 2002 es buscar otros nichos y más recursos. Específicamente en los últimos años se ha introducido la prevención y mitigación y se ha incluido a agricultores con algún tipo de certificación o que de alguna forma realizan una agricultura más limpia, para que tuvieran un nicho para proyectos de riego.

Hoy se pueden mencionar cinco nichos: recuperación de calidad de agua de riego; reutilización de aguas servidas tratadas; aguas certificadas; agricultura sustentable; y prevención y mitigación de contaminación para el agua de riego.

El concurso de este año será de carácter nacional, al igual que en años anteriores. Se llamará a concurso el 03 y 04 de agosto próximo y se abrirán las postulaciones el 05 de agosto. El concurso se dividió en cuatro grupos: proyectos intraprediales para pozos; proyectos intraprediales de agricultura sustentable; proyectos intraprediales de mitigación; y proyectos presentados por organizaciones de pequeños usuarios (ver recuadro 4).

El año pasado por ejemplo nadie postuló al concurso de reutilización de aguas servidas tratadas. Tampoco hubo postulaciones el 2008. En cambio, el 2007 se presentó el proyecto de Calama. Pero cuando un nicho queda desierto por falta de postulantes o incumplimiento de los requisitos del proyecto, las platas son reabsorbidas por los otros, especialmente por el de tecnificación del riego en el

Concurso 13 Aguas Limpias 2010

El monto asignado a este concurso asciende a \$1.300.000.000, equivalentes a Unidades de Fomento. Estos fondos se reparten en los siguientes grupos:

Grupo A: Proyectos intraprediales presentados por Pequeños/as Empresarios/as Agrícolas que utilicen aguas subterráneas aptas para riego (con respecto al nivel de coliformes fecales) provenientes de pozos profundos o someros (norias o socavones) para regar cultivos de frutas y hortalizas que crezcan a ras de suelo u otros cultivos que por la naturaleza del sistema de riego existente o propuesto, la parte comestible entre en contacto con el agua de riego, con un monto total asignado de \$100.000.000.

Grupo B: Para proyectos intraprediales de Tecnificación de la aplicación de las aguas de riego (superficiales o subterráneas) en el marco de la Agricultura Sustentable, es decir, que incorporen acciones de Producción Limpia, Agricultura Orgánica, Agricultura Integrada o Buenas Prácticas Agrícolas, con un monto total asignado de \$400.000.000, divididos en los siguientes Lotes:

- Lote 1: Proyectos presentados por Pequeños/as Productores/as Agrícolas, con un monto asignado de \$100.000.000.

- Lote 2: Proyectos presentados por Pequeños/as Empresarios/as Agrícolas, con un monto asignado de \$100.000.000.

- Lote 3: Proyectos presentados por Empresarios/as Medianos/as, con un monto asignado de \$200.000.000.

Grupo C: Proyectos intraprediales de Mitigación de la contaminación de las aguas que se utilizarán para riego, con un monto total asignado de \$300.000.000, divididos en los siguientes Lotes:

- Lote 1: Proyectos presentados por Pequeños/as Productores/as Agrícolas, con un monto asignado de \$100.000.000.

- Lote 2: Proyectos presentados por Pequeños/as Empresarios/as Agrícolas, con un monto asignado de \$100.000.000.

nado de \$100.000.000.

- Lote 3: Proyectos presentados por Empresarios/as Medianos/as, con un monto asignado de \$100.000.000.

Grupo D: Para proyectos presentados por Organizaciones de Pequeños/as Usuarios/as, con un monto total asignado de \$500.000.000, divididos en los siguientes Lotes:

- Lote 1: Proyectos de Prevención y/o Mitigación de la contaminación de las aguas que se utilizarán para riego, con un monto asignado de \$400.000.000.

- Lote 2: Proyectos de Utilización en riego de Aguas Servidas Tratadas, con un monto asignado de \$100.000.000.

El/la postulante deberá indicar claramente el grupo al que postula el proyecto en el Formulario de Ingreso disponible en la página www.cnr.cl. En caso contrario la CNR le asignará el grupo de acuerdo a los antecedentes presentados, situación que no podrá ser revertida.



Aguas turbias en un canal.

marco de la agricultura sustentable, que es el que más interesados tiene.

Uno de los tipos de proyectos emblemáticos adjudicados el año pasado correspondió a tecnologías de mitigación. El beneficiario fue Guillermo Cáceres, que puso riego por cinta con un reactor de luz UV para 1,92 ha de melón, en

la comuna de Pichidegua. El costo total del proyecto fue de 697 UF. El productor aportó el 25% mientras que la bonificación fue de 522 UF.

Lo importante es que el concurso está más vigente que nunca. Francisco Bastidas, encargado de gestión del Departamento de Fomento de la CNR, hizo un balan-

ce: “Cuando iniciamos el concurso de aguas limpias, lo hicimos como un nicho dentro de otro grupo, porque estimamos que la postulación iba a ser poca, y fue poca. Pero al tercer año pudimos generar un concurso especial, que empezó con las aguas certificadas más las buenas prácticas agrícolas. Después incorporamos la mitigación de la contaminación. Y relacionado con eso, las aguas servidas tratadas. No ha habido mayor difusión respecto de este último punto, pero nosotros insistimos con este tema para decirle a la gente que sí es posible hacerlo. Hay pueblos chicos donde funciona: en pueblos del norte por ejemplo, donde el agua tratada da para regar una hectárea, y hay un puro regante que se ‘cuelga’ de la planta. El tema de aguas tratadas para riego debiera ser un asunto crucial en el norte del país”. **CR**

Una buena decisión

Profesionalización de las Organizaciones de Usuarios del Agua



Lo anterior se ha podido observar, especialmente, en organizaciones de usuarios que han tenido problemas al recolectar las cuotas, realizar las cobranzas y aplicar las sanciones correspondientes a los morosos. Se genera así un círculo vicioso, en donde la falta de recursos humanos y materiales conlleva a un estado de deterioro y abandono de la organización, produciéndose un funcionamiento deficiente y precario que, a la larga, termina desencantando a los pocos que pagan sus cuotas y tratan de que el sistema funcione.

En Chile hay experiencias de organizaciones exitosas que han logrado superar los clásicos



problemas, transformándose en entidades fuertes y eficientes. Lo han logrado no cobrando cuotas extraordinariamente altas o dependiendo de algún acaudalado y generoso regante, sino que han tenido la claridad y el buen juicio de profesionalizar la administración de la Organización. Ello ha permitido desarrollar un sistema eficiente, con una muy buena inversión del dinero recolectado y a un costo que, a veces, es inferior al que anteriormente se pagaba. Así, el agua se entrega en forma oportuna y conforme a derecho, y los directorios se dedican a la labor que les corresponde –dirigir la organización– con el consiguiente ahorro de tiempo y problemas, ya que el trabajo técnico-administrativo es realizado por profesionales encargados para ello, debiendo rendir cuentas de su desempeño al Directorio, que a su vez lo hace a toda la comunidad de regantes.

Cuando una organización de usuarios del agua –Junta de Vigilancia, Asociación de Canalistas o Comunidad de Agua– no cuenta con una buena administración y/o asesoría técnica-legal contratada, muchas de dichas labores recaen sobre los hombros de algunos abnegados usuarios, que sacrifican su tiempo y sus negocios por tratar de hacer funcionar el sistema de riego. De persistir esta situación en el tiempo, se produce desilusión, abandono o renuncia a dicha actividad. Ya nadie desea ocupar cargos en la Directiva, desaprovechándose el aporte y la experiencia de muchos.

*Dr. Jorge Jara Ramírez
Ingeniero Agrónomo, Ph. D.
Facultad de Ingeniería Agrícola
Universidad de Concepción
jjara@udec.cl*

*Ovidio Melo
Ingeniero Civil Agrícola
Facultad de Ingeniería Agrícola
Universidad de Concepción
omelo@udec.cl*



Esta separación de actividades conlleva múltiples ventajas: permite separar lo que es el manejo técnico-legal-administrativo de las labores de dirección y gestión, permite deslindar claramente las responsabilidades, y se evita que personas inescrupulosas se apropien de las organizaciones en beneficio propio.

¿Cuánto cuesta profesionalizar una organización de usuarios?

Para contestar esta pregunta corresponde analizar cuál es el personal mínimo que se debería tener. La experiencia indica que se debe considerar un soporte gerencial-administrativo y un soporte técnico-legal. Para el primero de ellos, las organizaciones cuentan normalmente con un gerente y/o administrador, quien es el responsable de gestionar y cumplir los acuerdos del Directorio, velar por la correcta marcha y puesta al día del rol de regante y los aspectos administrativos y contables, y la

supervisión general de los trabajos que se realicen. Debe contar con el apoyo directo de una secretaria y un contador. Para el soporte técnico legal, es fundamental disponer de la ayuda profesional de un ingeniero (Civil, Civil Agrícola, Agrónomo, u otro), quien además de orientar el trabajo técnico, par-

Resumen del proyecto desarrollado por los profesionales de la Universidad de Concepción:

Se evaluó el costo que cancelan los usuarios del agua de riego por administración, operación y gestión de 24 Organizaciones de Usuarios de Agua (OUA) de la zona central de Chile, considerando 10 Juntas de Vigilancia (JV) y 14 Asociaciones de Canalistas (AC). Se comparó el presupuesto anual de operaciones de cada OUA y el valor que cancelan los usuarios por la administración del recurso hídrico, evaluándose su relevancia con los costos de producción y rentabilidad de los principales cultivos en cada zona. En las AC, la variabilidad de precios que cancelan los usuarios, tiende a dismi-

nuir cuando el área bajo riego de la OUA es mayor a diez mil hectáreas, situación no detectada en las JV. La contratación de personal técnico-profesional favorece el desarrollo y crecimiento de las OUA y les permite a éstas obtener ingresos extras. El precio que cancelan los usuarios representa un 0,1 a 4,0 % de los costos totales promedio de producción de los principales cultivos de la zona en estudio. Finalmente, no se evidenció correlación entre el precio que cancelan los usuarios y la rentabilidad de los cultivos predominantes, ni por ubicación geográfica a lo largo del país.

ticipa en la elaboración y revisión de nuevos proyectos de obras y en el mejoramiento de obras ya existentes.

Muchas veces, en los inicios de la profesionalización de una organización, los roles del gerente-administrador e ingeniero se funden en una sola persona. Sin embargo, a medida que la organización crece y se complejiza su accionar, estos roles tienden claramente a diferenciarse.

La asesoría legal –aunque no necesariamente permanente– es importante para el buen desempeño y marcha de la organización. De hecho, las principales necesidades de asesoría legal identificadas son: 1) la actualización de los registros de comuneros, que para cumplir con el artículo 205 del Código de Aguas requiere de; 2) la regularización de los derechos de aprovechamiento de aguas individuales; 3) la modificación



Tipos de organizaciones de usuarios del agua:

En lo referente al uso del agua de riego, el Código de Aguas (República de Chile, 2006) distingue tres tipos de organizaciones: 1) Juntas de Vigilancia (JV), 2) Asociaciones de Canalistas (AC) y 3) Comunidades de Aguas. La primera de ellas son organizaciones constituidas en torno a cauces naturales, incluyendo usuarios de aguas subterráneas. Las AC son OUA constituidas en cauces artificiales, normalmente canales matrices de los sistemas de riego extra predial. Las Comunidades de Aguas son OUA constituidas en cauces artificiales y distribuyen el agua de acuerdo a los derechos de aprovechamiento que poseen los regantes en cada una de las obras que les son comunes.

de estatutos para lograr que las organizaciones tengan mecanismos formales de funcionamiento coherentes con sus características territoriales y dinámicas organizacionales; y 4) la elaboración de manuales de procedimientos tendientes a facilitar la realización de las funciones básicas de la organización, en el marco de la legislación vigente, para mejorar los mecanismos de vigilancia y control y el establecimiento y cumplimiento de sanciones.

Un aspecto no menor es el disponer de un local donde funcionen sus oficinas y puedan los regantes dirigirse para realizar consultas y trámites, lo que permite, además, que desarrollen un sentido de pertenencia con su organización.

Tomando estos antecedentes en consideración, es fácil calcular cuánto cuesta profesionalizar su organización. A los sueldos de los celadores, contador y secretaria



se debe agregar los honorarios de uno a dos profesionales que realicen las actividades gerencial-administrativo y técnico-legal, además de los costos de la infraestructura de apoyo (computadores, teléfono, fax, etc.) y los gastos de operación para que el sistema funcione (habilitación de bocatomas, limpias, etc.).

Resulta evidente que una organización pequeña difícilmente podrá realizar todas las acciones y actividades que le corresponde,

así como contar con el o los profesionales de apoyo que alivien el trabajo del Directorio. Sin embargo, la experiencia indica que en la medida que una organización es más grande los costos de funcionamiento disminuyen para sus usuarios.

Una manera adecuada de expresar el gasto para un usuario, es saber cuánto se paga —o cuesta— el tener bajo riego una hectárea de suelo. Esta unidad de medida es más práctica y racional, y per-

mite hacer comparaciones de mejor manera que si se utiliza el costo por acción de agua de riego, cuyo caudal nominal no siempre coincide con el real. De este modo si una organización que riega 2.800 hectáreas y cobra a sus regantes el equivalente a \$15.000 por hectárea, este valor es fácilmente comparable con otra organización que riega 17.000 hectáreas y cobra a sus usuarios el equivalente a \$10.000 por hectárea. Sin embargo, la primera organización

Algunos resultados del estudio:

De acuerdo con el Catastro Público de Aguas de la Dirección General de Aguas, actualmente hay 39 JV y 168 AC registradas que, en general, han profesionalizado su administración y cumplen con las funciones encomendadas por la legislación vigente. En Chile coexisten OUA que administran el agua de una gran superficie bajo riego (>30.000 ha) sin contar con ingenieros o personal técnico en forma permanente, mientras que otras de menor tamaño disponen de uno o más profesionales, sin que exista una relación clara o directa con el pago que deben hacer los usuarios a su organización (Melo et al., 2005).

Precio pagado por el usuario (PPU). En general, las AC cobran a los usuarios un precio mayor que las JV, lo que se explica porque éstas últimas cumplen una labor más limitada que el de las AC, entregando la dotación de agua en bocatoma a cada uno de los canales de su jurisdicción. En la Figura 1 se observa una gran dispersión o variabilidad del PPU oscilando

entre los \$2.665 y \$18.706 por hectárea regada en la temporada cuando las AC administran menos de 10.000 ha. Para superficies mayores, en las AC se observa una tendencia a valores entre \$1.648 y \$7.286 por hectárea regada. Para las JV, el PPU oscila mayoritariamente entre los \$3.950 y \$240 por hectárea (valor fuera de escala no mostrado en la figura 1, y que corresponde a una OUA que administra 180.600 ha). La excepción es una JV de la región de Coquimbo, con PPU de \$9.287 por hectárea, que administra un sistema complejo de 23.500 ha y que incluye dos embalses con una capacidad del orden de 240 millones de m³. Además, esta organización se encuentra en una etapa de fortalecimiento con la institucionalidad pertinente y con las comunidades de aguas que conforman su sistema de riego, desarrollando una serie de proyectos vinculados con la gestión integrada del agua, la capacitación y la educación en las escuelas rurales de la provincia.

Profesionalización de las OUA. El 62,5

% de las OUA encuestadas (15) cuenta con personal permanente de apoyo administrativo, mientras que el 37,5 % (9) no disponen de este personal. Sin embargo, el 91,7 % (22) de ellas utiliza los servicios de un contador, ya sea como personal de planta o asesoría, y el 54,2 % (13) ha contratado y recurre regularmente a servicios profesionales de apoyo legal. Con respecto a la dotación de profesionales de apoyo técnico (agronomos e ingenieros), el 62,5 % de las OUA (15) dispone de ellos en forma permanente, un 20,8 % (5) los contrata eventualmente por la temporada de riego o para asesorías puntuales, y el restante 16,7 % (4) no cuenta con este tipo de apoyo; adicionalmente, el 20,8 % (5) posee un soporte gerencial-administrativo y técnico-legal que les ha permitido formar empresas paralelas (consultora, administradora o constructora), responsables de gestionar y ejecutar proyectos de inversión en el sistema de riego.

Relación pago de cuotas de riego y

margen bruto de producción. Los factores que tienen mayor incidencia en los costos directos de producción son los insumos como fertilizantes, pesticidas, mano de obra, labores de cosecha y utilización de maquinaria. Al incluir el valor que cancelan los regantes a las OUA en los costos totales promedio de producción de los principales cultivos de las zonas en estudio, se llega a la conclusión de que este valor (PPU) representa entre el 0,1 al 4 % del costo total de producción de estos cultivos (Tabla 1). En las OUA de la región de Coquimbo el PPU fluctúa de 0,2 a 1 %, en la RM de 0,3 a 1,5 %, en la región del Libertador estos valores se incrementan oscilando entre 0,8 a 4 % en JV y 0,2 a 1 % en AC. La representación del precio cancelado por los usuarios en la región del Maule fluctúa entre 0,03 a 0,6 % en JV y 0,2 a 1,4 % en AC. En la región del Biobío se observa una realidad similar a las demás OUA, en donde sus porcentajes fluctúan entre los 0,2 y 3,8 % de representación del costo total de producción.



no contaba con la asesoría de un ingeniero y un abogado, y disponía de un sistema administrativo precario. Si esta organización “pequeña” decidiera profesionalizar su accionar, es probable que la cuota debiera elevarse a unos \$ 20.000 por hectárea regada para

desarrollar actividades semejantes a la de la organización más “grande”. A todo lo anterior, y dependiendo de las particularidades de cada situación, el regante debe añadir, a veces, el costo de manejo y mantención de su canal vecinal.

Pareciera, entonces, que

cundo una organización adquiere un tamaño que le permite hacerse cargo de una determinada superficie bajo riego –que estaría a medio camino entre 7.000 y 15.000 hectáreas– podría aprovechar las economías a escalas, lo que permite abaratar o mantener los costos, entregando un mejor servicio a sus usuarios –que realmente son los dueños del sistema de riego– permitiendo que el Directorio de la organización trabaje de manera más eficiente y efectiva. Esto se puede lograr, por ejemplo, unificando la administración de varios canales que riegan un mismo territorio, o dos canales contratando simultáneamente a un ingeniero. Alternativas hay muchas. Lo importante es tener el convencimiento y la visión de que la profesionalización de las organizaciones de usuarios se traduce en un mejor desempeño del sistema, una entrega eficiente y justa

del agua, un alivio en la carga de trabajo y tipo de preocupaciones del Directorio y en una mayor satisfacción del usuario, que son los mismos regantes dueños del sistema.

Finalmente, una experiencia común a todos los Directorios –sean de un ramal o de la Junta de Vigilancia–, es oír los reclamos por el alto o excesivo valor de la cuota. Sin embargo, el costo a pagar para transportar el insumo de producción más valioso de todos (¿cuánto vale una hectárea de palto sin agua de riego?) es insignificante al lado de lo que se gasta en un año en jornales, agroquímicos, semillas, fertilizantes, etc. Realmente no es comparable lo que cuesta fertilizar una hectárea de cualquier cultivo, con los diez, veinte o treinta mil pesos que se pagan por año para asegurarse de que el agua llegará al predio para regar dicha hectárea. **CR**

Proyecto INIA en Aconcagua:

Respuesta de Flame sdls. a diferentes volúmenes de riego

En este artículo se resumen resultados preliminares de trabajos de investigación orientados a determinar la respuesta productiva y de calidad de fruta de Flame Seedless, injertada sobre patrón Freedom, a diferentes volúmenes de agua en el valle del Aconcagua.

Esta información fue generada por el proyecto 'Aumento de la productividad de la uva de mesa en el valle de Aconcagua' (INNOVA 05-CR11PAT-11).

Ing. Agr. Dr. Gabriel Sellés van Sch.

Ing. Agr. M.Sc. Raúl Ferreyra E.

Ing. Agr. Cristina Aspillaga N
Instituto de Investigaciones Agropecuarias

El ensayo se realiza en una plantación comercial de uva de mesa ubicada en Curimón (Fundo Santa Eliana), en el cultivar Flame Seedless, injertado sobre patrón Freedom. El parronal fue plantado en el año 2003 con una distancia de plantación de 3,5 x 2,5 m y conducido en sistema de Parrón Español.

Se establecieron cuatro trata-

mientos de riego, los que se aplican durante toda la temporada, que consistieron en aplicar diferentes porcentajes de la evapotranspiración del cultivo (ETc): 50% ETc (T1), 80% ETc (T2), 100% ETc (T3) y 133% ETc (T4).

Aunque en este artículo presentamos los resultados de dos temporadas (2007/08 y 2008/09), el equipo de INIA ya tiene los resul-

tados de la temporada 2009/10, los que pronto serán publicados.

Volúmenes de agua aplicados

Los volúmenes de agua aplicados, resultantes de los tratamientos, en ambas temporadas, se presentan en el cuadro 1. De este volumen de agua, un 80% se aplicó en la sobre hilera y un 20 % en la entre hilera.

Los diferentes volúmenes de agua aplicados se reflejaron en los niveles de humedad aprovechable en el suelo, como se puede apreciar en el cuadro 2, los cuales fueron medidos mediante una sonda capacitiva (Deviner 2000).

Los contenidos de humedad

Cuadro 1.- Precipitaciones (Pp, mm), evapotranspiración de cultivo (ETc, mm) y cantidad total de agua aplicada (m³/ha) en cada tratamiento de riego, durante las temporadas 2007/08 y 2008/09.

Temporada	Pp (mm)	Etc (mm)	Agua aplicada (m ³ /ha)			
			T1	T2	T3	T4
2007/08	116.3	826.4	5327	8352	9258	11962
2008/09	242.9	782.6	4598	7195	8992	12096
Promedio	179.6	804.5	4.962	7.774	9.125	12.029

Cuadro 2.- Porcentaje de humedad aprovechable promedio para cada estado fenológico. Temporada 2007/08 y 2008/09

2007/08

Estados Fenológicos	T1		T2		T3		T4	
	CS	EH	CS	EH	CS	EH	CS	EH
Brotación-Cuaja	83.09	74.41	70.29	73.21	77.30	81.82	79.77	71.46
Cuaja-Pinta	67.56	69.64	66.61	75.46	89.04	80.10	84.41	77.79
Pinta-Cosecha	51.24	67.03	76.47	81.66	100.18	84.41	98.76	87.79
Cosecha-Postcosecha	54.22	69.58	84.62	71.00	106.43	76.55	100.31	77.79

CS: Central y sobre Hilera. EH: Entre Hilera

2008/09

Estados Fenológicos	T1		T2		T3		T4	
	CS	EH	CS	EH	CS	EH	CS	EH
Brotación-Cuaja	66.42	76.16	68.96	77.25	74.13	76.80	74.66	74.04
Cuaja-Pinta	63.64	53.91	71.81	56.71	87.39	63.84	82.28	62.70
Pinta-Cosecha	55.26	31.80	71.50	50.81	87.51	58.80	81.85	57.35
Cosecha-Postcosecha	47.69	37.87	71.09	50.45	88.45	65.36	80.54	71.90

CS: Central y sobre Hilera. EH: Entre Hilera

del suelo afectaron el estado hídrico de las plantas, en particular en el caso de la del tratamiento que recibió el menor volumen de agua (T1), sin embargo no fueron inferiores a -0,8 MPa, valor considerado como límite para uva de mesa (Selles et al., 2003).

Índice de área foliar y peso de poda

El efecto de los regímenes de riego sobre el crecimiento vegetativo se evaluó mediante el índice de área foliar, IAF, (metros cuadrados de hoja por metro cuadrado de suelo) entre pinta y cosecha y el peso del material de poda (cuadro 3).

En ambas temporadas se nota una tendencia de los tratamientos extremos T1 y T4 a presentar un menor IAF, sin embargo diferencias estadísticas sólo se observaron con T1 en la temporada 2008/09. En términos generales los trata-

mientos de riego afectaron muy poco o no afectaron el IAF.

En relación al peso de poda, (cuadro 3), este tendió a disminuir con aplicaciones menores y mayores de agua. En ambas temporadas los tratamientos T1 (5.000 m³/ha en promedio) y T2 (7.700 m³/ha en promedio) presentaron pesos de poda inferiores a T3 (9.000 m³/ha en promedio). Aplicaciones mayores de agua (12.000 m³/ha, T4), no significaron mayores aumentos de peso de poda, sino más bien tienden a disminuir.

Peso de bayas y racimos a la cosecha

En las dos temporadas las plantas presentaron una carga del orden de 50 racimos por planta, de los cuales el 60% se cosechó como fruta exportable. Sin embargo, en ambas temporadas existió una diferencia en el número de bayas por racimo. Durante tem-

Cuadro 3.- Peso de poda (kg MS/planta) para los tratamientos de riego. Temporadas 2007/08 y 2008/09

	Agua Aplicada m ³ /ha		Peso de poda Kg materia seca	
	2007/08	2008/09	2007/08	2008/09
T1	5.327	4.598	2,55 c	2,39 c
T2	8.352	7.195	2,61 bc	2,53 bc
T3	9.258	8.992	3,35 a	3,06 a
T4	11.962	12.096	3,27 ab	2,93 ab

Cuadro 4.- Peso promedio de bayas y racimos. Temporadas 2007/08 y 2008/09

	Agua Aplicada m ³ /ha		Peso de baya (g)		Peso racimo (g)	
	2007/08	2008/09	2007/08	2008/09	2007/08	2008/09
T1	5.327	4.598	3,4 b	5,02 a	530,36 b	548,8 a
T2	8.353	7.195	3,8 a	5,16 a	563,18 ab	564,0 a
T3	9.258	8.992	4,1 a	5,09 a	585,36 a	580,9 a
T4	11.962	12.096	4,1 a	5,01 a	589,57 a	575,6 a

Las letras iguales sobre la columna indican que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, según test de Tuckey (5% significancia).

porada 2007/08, el número de bayas por racimo fue, en promedio, de 163 bayas. En la temporada 2008/09 el número de bayas por racimo fue de 127 en promedio.

El efecto del riego sobre el peso de bayas y de racimo, en am-

bas temporadas, se presenta en el cuadro 4.

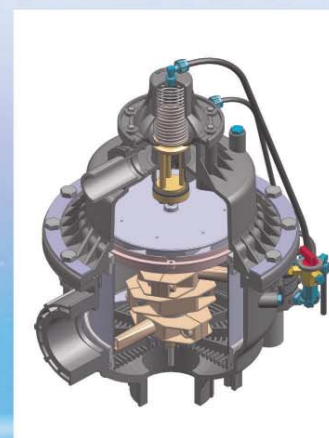
En la primera temporada el peso promedio de baya de los tratamientos T2, T3 y T4 fueron superiores al tratamiento de menor aporte hídrico, T1 (50% Etc). En



Amplia gama en tuberías emisoras de régimen turbulento y autocompensante, Sistemas hidropónicos, Goteros, Microaspersión, Aspersión, Accesorios de Microirrigación y Conducción, Tuberías de microirrigación y de presión, Fertirrigación, Valvulería, Sistemas de filtración, Sistema de control de regadíos



Novedad Filtro MSP de 2" y 3"



Compacto, versátil y económico



IRRIMON CHILE
Comandante Whiteside 4903, Oficina 608
San Miguel, Santiago
Fono Fax: (56) 2 893 30 61 - 893 30 56
irrimonchile@mondragon-america.net
www.mondragonsoluciones.com
www.irrimon.net

Un nuevo carácter innovador, una clara apuesta por la tecnología, la calidad, el servicio al cliente, la motivación y la involucración de los recursos humanos.

Cuadro 5.- Distribución de calibres (Diámetro y peso de bayas) en las temporadas 2007/08 (superior) y 2008/09 (inferior), en relación al volumen de agua aplicado (m^3/ha)

2007/2008(1)		Distribución (%)			
Categoría		T1	T2	T3	T4
Diámetro (mm)	Peso (g)	4.963 (m^3/ha)	7.777 (m^3/ha)	9.125 (m^3/ha)	12.029 (m^3/ha)
> 19,8	>4,6	63	14	24	29
18,8-18,8	4,6-4,0	18	22	22	26
18,8-17,1	4,0-3,0	16	46	41	36
< 17,1	<3,0	3	18	14	9

(1) 163 bayas por racimo

2008/09(1)		Distribución (%)			
Categoría		T1	T2	T3	T4
Diámetro (mm)	Peso (g)	4.598 (m^3/ha)	7.195 (m^3/ha)	8.999 (m^3/ha)	12.096 (m^3/ha)
> 19,8	>4,6	63	64	65	63
18,8-18,8	4,6-4,0	18	18	18	20
18,8-17,1	4,0-3,0	16	16	16	16
< 17,1	<3,0	3	2	1	1

(1) 127 bayas por racimo

Cuadro 6.- Porcentaje de bayas partidas acumuladas en las temporadas 2007/08 y 2008/09

Tratamientos	Agua aplicada (m^3/ha)		Bayas Partidas % Acumulado	
	2007/08	2008/09	2007/08	2008/09
T1	5.327	4.598	21,5 a	12,44 a
T2	8.352	7.195	15,45 ab	9,01 a
T3	9.258	8.992	6,22 b	5,91 a
T4	11.962	12.096	8,58 ab	10,12 a

Cuadro 7.- Producción estimada (cajas/há) Temporadas 2007/08 y 2008/09

Tratamientos	Agua aplicada m^3/ha		Producción Exportable (cajas/ha)	
	2007/08	2008/09	2007/08	2008/09
T1	5.327	4.598	2.413 b	2.447 a
T2	8.352	7.195	2.540 ab	2.515 a
T3	9.258	8.992	2.701a	2.591 a
T4	11.962	12.096	2.705 a	2.568 a

Cuadro 8.- Evolución de sólidos solubles en postcosecha. Temporadas 2007/08 y 2008/09 (DDF, días después de iniciado el proceso de frío)

Tratamientos	Agua aplicada (m^3/ha)		Sólidos solubles			
	2007/08	2008/09	Cosecha (° Brix)		30DDF (° Brix)	
			2007/08	2008/09	2007/08	2008/09
T1	5.327	4.598	18,50 a	19,63 a	18,52 a	20,13 a
T2	8.352	7.195	18,62 a	19,45 a	18,65 a	19,83 ab
T3	9.258	8.992	17,80 a	20,35 a	17,81 a	19,48 ab
T4	11.962	12.096	17,72 a	19,5 a	17,63 a	18,5 b

Las letras iguales sobre la columna indican que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, según test de Tuckey (5% significancia).



En el parrón de la foto se aprecia una estación de monitoreo de humedad de suelo en base a sondas FDR. Consta de tres sondas lo que además permite conocer el desplazamiento horizontal del agua.

la segunda temporada el peso de bayas fue más grande en todos los tratamientos, y no se vieron efectos del riego.

Esta situación se observó también en la distribución de calibres. En la primera temporada el aporte de agua afectó la distribución de calibres, en cambio en la segunda temporada esto no se observó (cuadro 5), hecho que parece estar relacionado con el número de bayas por racimo.

En ambas temporadas, las diferencias en el peso de los racimos entre tratamientos no fueron significativas, aún cuando el tratamiento que se le aplicó menos agua (T1, 50% ETc) presentó racimos con un peso 10 a 5% inferior a los otros tratamientos.

Incidencia de Partiduras

Un problema común en la variedad Flame son las partiduras que sufren las bayas cerca de la cosecha. En la temporada 2007/08, los tratamientos que presentaron más bayas partidas fueron los que recibieron menos agua (cuadro 6), sin embargo esto no se observó en la segunda temporada (2008/09), donde el porcentaje de partiduras fue similar en todos los tratamientos.

Producción de fruta

Se realizó una estimación de la producción de fruta a partir del número de racimos cosecha-

dos y el peso de racimos en cada tratamiento de riego. La producción estimada, expresada en kg de fruta por planta, se presenta en el Cuadro 7. En ambas temporadas (2007/08 y 2008/09), el tratamiento T1 (50% ETc) presentó menores producciones que los tratamientos que recibieron más agua. Aplicaciones de agua superiores a 80% ETc (T2), no se tradujo en un aumento significativo en la producción total.

Sólidos solubles y firmeza de bayas a cosechas

En ninguna de las dos temporadas se observaron efectos del riego sobre los sólidos solubles a la cosecha, ni a los 30 días de almacenaje en frío (cuadro 8). Todos los tratamientos presentaron cantidades de azúcar de entre 18 a 20° brix.

La acidez titulable no fue afectada por los volúmenes de agua aplicados, todos los tratamientos presentaron relaciones sólidos solubles/acidez superiores a 20:1.

Los tratamientos de riego no tuvieron ningún efecto en la firmeza de las bayas. En ambas temporadas se observa una reducción de la firmeza de bayas en almacenaje, sin embargo no se observaron diferencias significativas entre tratamientos.

Tampoco se observaron diferencias en otros parámetros de calidad, como desgrane y turgencia del escobajo. **CR**

Al mes de junio

Embalses en un 34,6% de su capacidad total de almacenaje

Durante el mes de junio, todos los embalses monitoreados, prácticamente mantuvieron su volumen, ocupando sólo un 34,6% de la capacidad total de almacenaje. Los embalses exclusivos de riego aumentaron sus volúmenes en un 16,4% con respecto a mayo siendo inferiores en un 35,3% con respecto a igual fecha del año pasado, e inferiores en un 25,4% con respecto al promedio histórico. Por su parte, los embalses para generación o multiuso (riego y generación) disminuyeron, en promedio, un 2,0% su volumen con respecto al mes de mayo, embalsando un volumen inferior en un 19,7% con respecto al de la misma fecha del año pasado y también menor en un 48,3% con respecto al promedio histórico.

El embalse Lautaro, de la Región de Atacama, aumentó su volumen a 5,1 mill-m³ que corresponde a un 14,6% de su capacidad, valor inferior en un 61,1% de su promedio histórico para este mes, e inferior en un 20,3% al que almacenaba a igual fecha del año pasado. El embalse Santa Juana, de esta misma región, subió a un 69,9% de su capacidad, llegando en el mes a 116 mill-m³. Este valor es menor en un 6,6% del promedio estadístico de este mes y menor en un 26,5% a igual fecha del año pasado.

Los embalses de la cuenca del río Elqui, en conjunto, subieron a un 67,5% de su capacidad, con 25 mill-m³ en el Embalse La Laguna y 137 mill-m³ en el Embalse Puclaro. La suma de ambos da un



volumen menor en un 29,6% al registrado a la misma fecha del año 2009 y superior en un 12,0% a su promedio histórico.

Los embalses del Sistema Paloma se encuentran en un 36,3% de su capacidad, almacenando a la fecha 362 mill-m³, de los cuales 264 mill-m³ corresponden al Embalse La Paloma, 72 mill-m³ al Embalse Recoleta y 26 mill-m³ al Embalse Cogotí. Este almacenamiento es un 31,4% inferior al registrado a la misma fecha del año 2009 e inferior en un 33,0% con respecto al promedio histórico.

El Embalse Corrales de la cuenca del río Choapa, se mantiene en un 66,0% de su capacidad con 33 mill-m³, valor un 32,7% inferior al registrado a la misma fecha del año 2009 y muy similar a su promedio estadístico.

La Laguna del Maule disminuyó su volumen a un 53,7% de su capacidad total, almacenando 763 mill-m³, valor inferior en un 20,2% al promedio del mes de junio pero superior en un 7,9% al volumen que tenía a igual fecha

del año pasado.

Más al sur, el Lago Laja aumentó su volumen llegando a un 24,3% de su capacidad, almacenando 1354 mill-m³, valor inferior en un 22,2% a la disponibilidad a igual fecha del año pasado e inferior en un 58,2% al promedio histórico para el mes de junio.

Aguas Subterráneas

En general, los acuíferos entre las regiones I y VI, mantienen niveles y fluctuaciones que están dentro de lo normal. Sólo en las cuencas de los ríos San José Bajo, de la Pampa del Tamarugal, del Mapocho Bajo y la zona costera entre los ríos Elqui y Limarí se observa una tendencia a la baja que se prolonga desde hace ya 5 o más años. Caso especial lo representan las zonas del Río Lluta Medio donde, entre los meses de Febrero y Marzo del 2009, experimentaron una baja de alrededor de 2 m, lo que se ha mantenido hasta hoy y el Río Copiapó medio en el cual, en el mes de Enero del 2009, se experimentó una baja de

El informe hidrológico mensual que emite la Dirección General de Aguas del MOP es elaborado sobre la base de mediciones satelitales y en terreno de más de 1.800 estaciones en todo el país.

unos 15 m, la que en el mes de Septiembre del mismo año volvió a niveles normales.

Caudales de algunos ríos

Desde la Región de Atacama hasta la del Libertador B. O'Higgins los caudales de los ríos tuvieron variaciones muy leves ya sea hacia arriba o hacia abajo, manteniéndose todos bajo sus promedios pero por sobre sus mínimos históricos, con la sola excepción del Río Maipo que desde Noviembre de 2009 se mantiene sobre su promedio histórico.

Entre las Regiones del Maule y la Araucanía los caudales aumentaron, producto de las lluvias manteniéndose, el Río Claro de Talca, por sobre su promedio, el Río Ñuble en San Fabián bajo el mínimo histórico y el resto entre esos dos valores. **CR**

En solicitudes para el cambio del punto de captación en el acuífero

DGA no aplicará “factor de uso”

Mediante una acción administrativa la DGA decidió aplicar, desde el año 2008, el coeficiente de uso previsible, también llamado “factor de uso”, a las solicitudes de cambio de punto de captación. Con ello desconocía cerca del 80% del derecho de aprovechamiento original. La medida fue reclamada ante la Contraloría General de la República. En un informe enviado al Senado, el director de la DGA comunicó que se revocó la medida.

Alejandro Pardo



Imagen de perforación de un pozo.

El 23 de abril pasado, casi 20 días después de asumir como director de la Dirección General de Aguas, Matías Desmadryl envió un documento a la Oficina de Informaciones del Senado de la República para contestar un reclamo interpuesto por la Sociedad Nacional de Agricultura a la Contraloría General de la República. En su reclamo, la SNA denunció que la DGA estaba cometiendo exacciones, esto es, cobros injustos e ilegales, en contra de titulares de derechos de aprovechamiento de

aguas subterráneas. Los afectados, acusó la SNA, habrían sufrido el recorte del 80% del volumen de su derecho de aprovechamiento del recurso tras solicitar y serles aprobado por parte de la DGA, un cambio en el punto de captación del agua subterránea.

La Oficina de Informaciones del Senado solicitó a la DGA antecedentes sobre este asunto en enero pasado. Y el 23 de abril Desmadryl contestó con un informe extenso donde explicitó los argumentos de la SNA y los razona-



Matías Desmadryl, director de la DGA.

mientos esgrimidos en su momento por la DGA, en una disputa que incluso llegó hasta los tribunales de Rancagua (ver recuadro).

Pero además Desmadryl tomó una decisión clave. Tras sopesar los argumentos de las dos partes –SNA y DGA– anunció que la entidad que encabeza revocaba para todos los casos, pasados y por venir, la polémica medida de aplicar el “coeficiente de uso previsible” a las solicitudes del cambio de punto de captación, considerado uno de los tres problemas importantes relacionados con las aguas subterráneas en Chile (ver recuadro).

Origen de la polémica

¿Dónde nace este problema? Antes de la modificación al Código de Aguas el año 2005, la DGA aplicaba el concepto denominado “factor de uso” cuando se analizaba una solicitud de un derecho de aprovechamiento de aguas subterráneas. Por ejemplo, si a una persona se le adjudicaban 50 lt/s,

la autoridad presumía que de ese caudal, y según las características productivas del solicitante, éste no usaría 50 lt/seg las 24 horas del día los 365 días del año, sino que sólo una fracción, por ejemplo 50 lt/s durante ocho horas al día. El “factor de uso” se trataba de una previsión razonable que hacía la DGA para mejorar la gestión del recurso y que no tenía consecuencias prácticas.

Pero el año 2008 la resolución N°3.504 de la DGA aprobó el “Manual de Normas y Procedimientos para la Administración de Recursos Hídricos”, en cuyo párrafo 6.2, denominado “Solicitud de Cambio de Punto de Captación”, se establece lo siguiente: “...en aquellas solicitudes de cambio de punto de captación de derechos constituidos en los cuales se determinó el coeficiente previsible, corresponderá aplicar en el nuevo punto de captación el coeficiente de uso previsible en forma proporcional de manera de no duplicar caudales. El procedimiento, en este caso, será ofrecer al solici-



Esquema de un acuífero.

te el caudal original con el nuevo volumen anual que resulte de la aplicación del nuevo coeficiente de uso previsible. Si éste no acepta las nuevas condiciones, se rechaza la solicitud por falta de disponibilidad”.

Según el Manual, a quien solicitara el cambio de punto de captación se le ofrecerá el mismo

caudal que tenía —es decir, 50 lt/seg— pero con el nuevo volumen anual que resulte de la aplicación del coeficiente de uso previsible, siendo este último concepto lo mismo que el factor de uso. En otras palabras, el titular del derecho de aprovechamiento no podría ocupar los 50 lt/seg las 24 horas del día los 365 días del año,

como estaba establecido hasta entonces. Es decir, el titular tendría derecho a los 50 lt/seg, pero sin sobrepasar un volumen anual que finalmente, tras aplicársele el coeficiente de uso previsible, equivaldría a alrededor de un 20% del volumen total de agua que tenía disponible en el punto de captación original.

Como argumentos, la DGA esgrimió que al evaluarse el cambio de punto de captación en un mismo acuífero hay que analizar la legalidad del requerimiento, la disponibilidad del recurso y hay que cautelar los derechos de terceros constituidos en el mismo acuífero.

Además la DGA entregó en su oportunidad un argumento muy polémico. Fundamentó que el cambio de punto de captación implicaba la constitución de un nuevo derecho legal de aprovechamiento de agua, por lo que el interesado debía cumplir con las exigencias que establece el Código de Aguas.

Es decir, el cambio de punto

Fallo clave contra la DGA de la VI Región

Uno de los principales antecedentes de la resolución de la DGA de no imponer el coeficiente de uso previsible se encuentra en el dictamen de la Corte de Apelaciones de Rancagua, evacuado el 22 de diciembre pasado. El tribunal falló a favor de Inversiones Nueve Chelines Limitada y ordenó a la DGA regional restituir el caudal original del derecho de aprovechamiento dejando sin efecto la aplicación del coeficiente de uso previsible.

El demandante solicitó el cambio de punto de captación el 30 de julio de 2008 para hacer más eficiente la captación y el uso de las aguas para un proyecto de riego en olivos. Inversiones Nueve Chelines tenía un derecho de 27,23 lt/seg que extraía con cinco pozos desde el acuífero Las Cadenas-Yerbas Buenas. Eso equivalía a un volumen anual de 858.725.280 millones de litros. La DGA autorizó el cambio



La solicitud para cambiar un punto de captación de un huerto de olivos como éste, gatilló un juicio en Rancagua.

el 11 de junio de 2009, pero expropió el 80% del derecho. Es decir, de 858.725 m³ pasó a 171.745 m³.

El director regional de la DGA de la VI Región argumentó en ese momento que la autorización del cambio de punto de captación del recurso implicaba la constitución de un nuevo derecho.

El fallo estableció que no es aceptable la tesis de que se crea un nuevo derecho, y aunque así fuera, al menos el solicitante debiera estar enterado de eso.

El dictamen agregó que “el órgano estatal anida la convicción de que su estatuto de órgano especializado le conferiría una especie de ‘carácter

discrecional’ a sus determinaciones, lo que resulta inaceptable, sobre todo en materia de Derecho Público, en que ninguna actuación administrativa, ni aún de la mayor experticia, puede quedar librada al solo arbitrio de la autoridad respectiva”.

Por estas razones la Corte de Apelaciones acogió la reclamación y dejó sin efecto la resolución de la DGA. Y cabe citar como antecedentes los diversos oficios enviados a la Contraloría General de la República por reclamaciones similares en contra de la DGA, con motivo de solicitudes de cambio del punto de captación presentadas por Vital S.A., Sociedad Agrícola Candelaria Limitada, Sociedad Agrícola Rinconada de Polpaico Limitada, Francisco Javier Errázuriz, Empresa de Servicios Sanitarios San Isidro S.A., Constructora Pehuenche Limitada y Agrícola Fusión Limitada.

Los otros dos problemas graves relacionados con los acuíferos

Gonzalo Muñoz, del estudio de abogados Vergara y Compañía, expuso en el seminario Foro de Innovación Tecnológica: Gestión del Recurso Agua, realizado por la Universidad Católica de Chile el 22 de abril pasado. Muñoz trató el tema de las aguas subterráneas e identificó los tres problemas más graves al respecto. El primero es el cambio del punto de captación. Los otros dos son la aplicación de la retroactividad de área de restricción a solicitudes de derecho en curso, y la escasa regulación de las organizaciones de usuarios de aguas subterráneas.

Respecto del área de restricción, explicó que el problema nace con el dictamen 17.971 de la Contraloría General de la República, emitido el año pasado. Éste estableció que si la DGA declara zona de restricción en un acuífero, puede aplicarlo con efecto retroactivo, lo que afecta las solicitudes que hayan sido presentadas antes del dictamen y que estén en trámite. Según Gonzalo Muñoz, esto contradice lo resuelto históricamente por la propia Contraloría hasta el año 2009, en el sentido de que no se puede aplicar retroactividad a un dictamen.

Que la DGA declare zona de restricción implica que puede otorgar dere-

chos por un período máximo de cinco años.

La Contraloría dio sus argumentos, como por ejemplo que la solicitud de un derecho otorga a su titular una “mera expectativa”, razón por lo cual se la puede afectar. Esgrimió además que cuando la declaración de restricción aparece en el Diario Oficial, puede afectar todos los procesos en que no se haya otorgado ya el derecho. O sea, que estén en trámite.

Muñoz esgrime que esto es ilegal, incluso inconstitucional, pues “la solicitud de un derecho de aprovechamiento constituye un Derecho Público Subjetivo”, sobre el cual no se puede aplicar el principio de retroactividad de parte del Estado.

OUA subterráneas: en el aire

En cuanto a la escasa regulación de las OUA subterráneas, explicó que el Código de Aguas le otorga una alta importancia a las OUA, pero pensadas básicamente como usuarios de aguas superficiales. Destaca, sin embargo, los artículos 65 inciso 3° y 63 inciso 2° del Código, “que señalan que cuando se declara área de restricción o prohibición debe formarse una comunidad de aguas subterráneas entre todos aquellos titulares de de-



Gonzalo Muñoz, abogado experto en aguas.

rechos de esos sectores afectados”. A su vez el artículo 263 del Código dice que las Juntas de Vigilancia deben incorporar a todos los usuarios de aguas superficiales y subterráneas de la cuenca. Hay algo más en la resolución n° 425 de la DGA que establece algunas atribuciones específicas para las comunidades de aguas subterráneas. Pero eso sería todo.

Como consecuencia de esto, “no hay ninguna comunidad de aguas constituida, sólo hay algunas en proceso”. Faltan normas y es urgente porque la disponibilidad del recurso es cada vez más escasa.

Y a estas dos sentencias se suma la que dice que sólo la ley puede establecer el modo de adquirir la propiedad, usar, gozar y disponer de ella, y sus limitaciones y obligaciones (Artículo 19 N°24 inciso 2° de la Constitución).

Como consecuencia, continúa el análisis jurídico, el Manual de Normas y Procedimientos para la Administración de Recursos Hídricos no puede tener efectos sobre los derechos de los titulares, porque se trata de un acto administrativo. Y estos actos de carácter interno no pueden afectar derechos consagrados por las leyes.

Las armas de la DGA

Ahora bien, la DGA es desde 1981, y según lo dispuesto en el Código de Aguas, la mandatada para regular la exploración y explotación de las aguas subterráneas. Para regular la explotación, que es el tema de la polémica, cuenta con tres herramientas. Primero, puede declarar zona de prohibición, por la cual no se podrán declarar nuevos derechos de aprovechamiento en un sector. En segundo lugar, puede declarar área de restricción, por la cual sólo se pueden otorgar derechos provisionales. Y como tercera herramienta de control, la DGA puede declarar la reducción temporal del ejercicio de los derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas. En tal caso, puede declarar que la explotación se haga a prorrata.

La aplicación efectiva del coeficiente de uso previsible la gatilló, según el diagnóstico de la DGA actual, el sobreotorgamiento de derechos de aprovechamiento: un problema que afecta a la mayoría de las cuencas, y que las organizaciones de usuarios desconocen. Otra cosa es la sobreexplotación. Salvo Copiapó, las cuencas no parecen estar sobreexplotadas. Así, esos son los dos conceptos que está trabajando la DGA: sobreotorgamiento y sobreexplotación. **CR**

de captación implicaba la extinción de un derecho adquirido antes de la modificación del Código de Aguas el año 2005 y antes de la resolución N°3.504 que creó el Manual que impone la aplicación del coeficiente de uso previsible.

Derecho vs. acto administrativo

En el documento enviado por Desmadryl al Senado, se lee lo siguiente: “En virtud de los argumentos planteados por la SNA, respecto de la utilización del concepto de ‘coeficiente de uso previsible’ para los efectos de determinar el volumen total anual que



Imagen de un pozo tapado en desuso.

se puede extraer del acuífero en el nuevo punto de captación, se ha determinado necesario efectuar un nuevo estudio y análisis jurídico”.

La argumentación de Desmadryl para revocar la aplicación del coeficiente de uso previsible parte

citando la Constitución de la República, cuando ésta dice en su artículo 19 N°24 que “Los derechos de los particulares sobre las aguas, reconocidos o constituidos en conformidad a la ley, otorgarán a sus titulares la propiedad sobre ellos”.

En una sentencia del 13 de octubre de 1997, el Tribunal Constitucional decretó: “En otras palabras, y aunque resulte obvio expresarlo, la Constitución asegura el dominio no sobre las aguas mismas, que constituyen bienes nacionales de uso público, sino sobre el derecho de aprovechamiento de ellas constituidos en conformidad a la ley”.

Herramienta que llegó para quedarse

Riego de praderas en el sur de Chile

Como tecnología, el riego se acomodó en sus esquemas y dio nuevas posibilidades a sus sistemas productivos. Todos ellos lecheros de la zona sur que postularon a los concursos de la Ley de Fomento al Riego que administra la CNR. El potencial del riego en praderas quedó demostrado y al usar un sistema de riego específico han incorporado una herramienta que les entrega seguridad, adaptabilidad y eficiencia en los costos.

Crucero Viejo (Purranque), de Alejandro Schilling, es un predio de 990 ha dedicado a la producción lechera. Con un plantel de 1.200 vacas, un promedio por vaca/lactancia de 10 mil litros, y un sistema basado en praderas, ensilajes, cultivos suplementarios y partos durante todo el año.

La zona es bastante seca, con veranos complicados. Para no crecer en cultivos suplementarios, establecieron 25 ha de riego con el sistema K-Line, para abastecer con praderas a una de las 4 lecherías del predio. "Este verano húmedo vimos que las praderas regadas crecieron mucho más que las otras, los talajeos son iguales



Alejandro Schilling, productor lechero de Purranque.

que en primavera y es un sistema fácil de usar".

Lo que viene ahora es el establecimiento de ballicas de alta calidad para tener un cultivo óptimo bajo riego. "Este riego es barato. Es mucho más caro comprar alimentos concentrados o rehacer las praderas. Si se riega una pradera que produzca hartos kilos de materia seca es totalmente recomendable. Si pudiera regar más superficie, lo haría", señala Schilling.

Riego = Seguridad

Andreas Stillfried administra la empresa agrícola familiar dedicada a la producción de leche en Puerto Octay, con 560 ha útiles, un plantel de 1.300 vacas lecheras y una producción de 12 millones de litros. Su base alimenticia es el pastoreo intensivo de praderas.

Los veranos secos de 07/08 y 08/09 le provocaron un cambio de "switch". Su sistema es de alta carga animal y muy dependiente de la pradera, cuya producción colapsa en un par de semanas sin lluvia. Para minimizar el riesgo incorporó el sistema de riego K-Line. "El año pasado establecimos 100 ha. En las dos sequías pasadas debimos gastar mucho en fardos de alfalfa. En los 2 a 3 meses estivales queremos lograr un diferencial de 50 kg de materia seca por hectárea al día. Así la operación es rentable y, muy importante, aporta estabilidad al sistema".

Stillfried lo tiene claro. "Analizando la pluviometría de los últimos 20 años vimos que en el periodo diciembre-marzo falta precipitación en al menos 2 de los 4



Andreas Stillfried administra la empresa dedicada a la producción de leche en Puerto Octay.

meses. En nuestro caso, elevando el agua hasta 75 m, necesitamos una producción extra de 3.000 kg de materia seca por hectárea al año para justificar la inversión, lo que se puede lograr. Esto es aún más válido si se tiene en cuenta que la distribución de partos está cada vez más cargada hacia la primavera."

El riego llegó para quedarse

Christof Weber es un productor lechero de Tegualda, Frutillar, sector caracterizado por veranos secos, lo que se agrava por el tipo



Christof Weber, productor lechero de Frutillar.

de suelo, el que en invierno se satura de agua y en verano se seca. Situación que maneja con drenaje y riego.

Fue uno de los primeros 'sureños' en postular a la Ley de Fomento al Riego, e instaló el primer carrete de riego hace más de 20 años. Hace 2 años construyó un pozo profundo para dar de beber al ganado, lo que le permitió instalar otra unidad de riego, en donde decidió usar el sistema K-Line.

"Esa pradera se mantuvo con alta producción durante toda la temporada seca", explica. Con este sistema actualmente riega 32 ha y postuló a otro proyecto de 35 ha. "Todos los ensayos, antes de la aparición de las nuevas ballicas, mostraban que el riego no era rentable. Estas ballicas lo transforman en rentable porque compiten, a mucho menor costo, con la alfalfa, y se adaptan mejor. Siguen produciendo en invierno y la estrategia es mantener la producción durante el verano. La pradera produce más allá del período de riego".

"El riego llegó al sur para quedarse. El verano pasado fue húmedo pero regué y en rincones donde no llegó el agua tuve una marcada diferencia de calidad y producción", dice Weber.

Con 550 ha orientadas a la producción de leche en base a praderas, una producción por vaca de 4.800 a 5.200 litros, tiene 650 vacas. "El riego en el área de pastoreo para la lechería nos va a permitir crecer en plantel y litros por hectárea", afirma Weber. Una nueva sala, llegar a mil vacas y a unos 5,5 a 6 millones de litros al año son sus metas. **CR**

Se anticipa invierno normal en lluvia

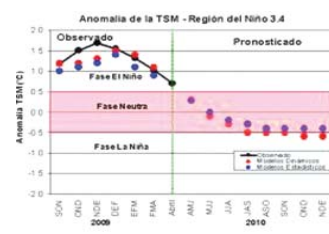
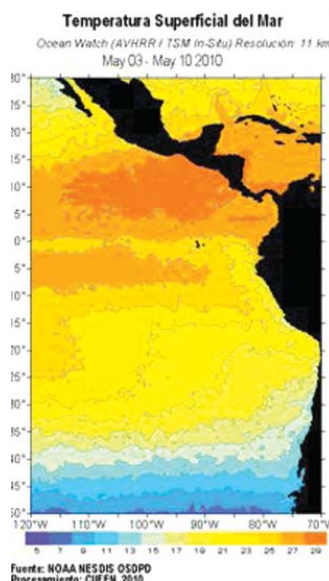
Fernando Santibáñez y pronóstico Niño-Niña 2010

Durante el primer seminario del Ciclo de encuentros regionales de Fedefruta, realizado en junio en Buin, el director del Centro de Agricultura y Medio Ambiente de la Universidad de Chile, Dr. Fernando Santibáñez, ofreció la conferencia Fruticultura vs cambio climático: Good news-bad news, en ella también se refirió al pronóstico del fenómeno de El Niño (Oscilación del Sur El Niño) con que se trabaja para esta temporada. Se anticipa un invierno normal desde el punto de vista de la pluviometría.

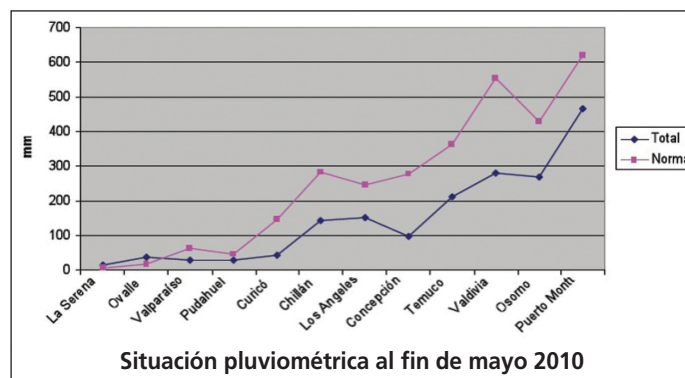
Lo que nos depara la temporada 2010-2011

"Hoy día contamos con instrumentos magníficos que nos informan cómo está evolucionando la temperatura del océano frente a las costas chilenas y cómo eso va a impactar a su vez en la temporada. Cuando observamos lo que ocurre con la temperatura del mar frente a Chile (figura 1) vemos una cuña de agua fría que está en su posición normal. Podríamos decir que 'goza de buena salud'. Este año no tenemos ninguna proyección de agua caliente, por lo que no hay 'Niño' –como se anticipaba–, pero la buena noticia es que tampoco hay 'Niña', lo que nos habría provocado una sequía. Al parecer estamos enfrentando una temporada absolutamente normal", señaló Santibáñez.

Según el investigador ya este otoño se comportó de manera más normal que el del año pasado. El otoño del año posado fue extremadamente cálido, con una pérdida de hojas muy tardía en



muchas especies (lo que puede provocar mal receso en especies frutales leñosas). "Los indicadores nos dicen que vamos bien".



"Así mismo, los modelos globales que nos proveen de información extremadamente detallada de la temperatura de la superficie del mar, todavía no revelan nada anormal en el horizonte y es de esperar que no aparezca para esta temporada. Existen pronósticos que se hacen de forma continua que nos muestran que veníamos de una fase caliente que incluye abril, mayo y junio de este año pero que de allí en adelante el fenómeno entra en una fase normal e incluso se aprecia un pequeño riesgo de que este año –por el mes de agosto– se pase levemente a la fase fría (Gráfico 1). Lo que podría producir una primavera seca pero ya en ningún caso afectaría al invierno. Este invierno tenemos garantizada una precipitación relativamente normal".

Gráfico 2: El gráfico 2 muestra lo que había llovido hasta mayo de 2010. "La línea azul muestra lo que ha llovido este año en diferentes zonas de nuestro país y la línea morada lo que llueve en un año normal. A la fecha (mayo), en casi todo Chile se aprecia un déficit pero la tendencia hoy día es a recuperar. El déficit va decreciendo y es esperable que en el corto plazo alcancemos niveles normales de precipitación. No es probable que ocurra ninguna situación extraña. Lo más extraño que aparece en los modelos es que en la zona sur (Aysén y Magallanes) podríamos tener una pequeña sequía este año", señaló Fernando Santibáñez. **CR**



D-Line

Única Línea de Goteros Integrados Certificada en Chile

- Caudales 2,1 y 4 L/H
- Goteros autocompensados y regulares
- Larga Duración

VINILIT ha certificado D-Line según estándares técnicos incluidos en la norma ISO 9261, específica para líneas de goteros integrados

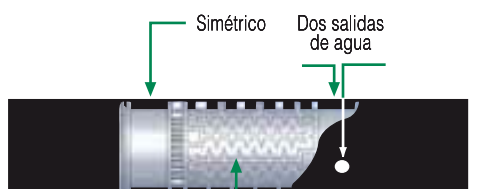
VINILIT fabrica todos sus productos bajo un Sistema de Gestión Integrado certificado bajo las normas ISO9001 : 2008 e ISO14001 : 2004



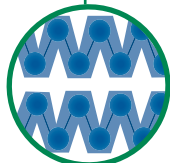
Líder en Ventas y Tecnología mundialmente certificadas

¡Presente en Chile hace 20 años...!

Estructura del gotero NaanPC™



Estructura en cilindro de alta resistencia



*Diafragma elástico



1.1 L/h



2.2 L/h



1.6 L/h



3.5 / 3.8 L/h

Caudal del gotero NaanPC™ vs. presión

