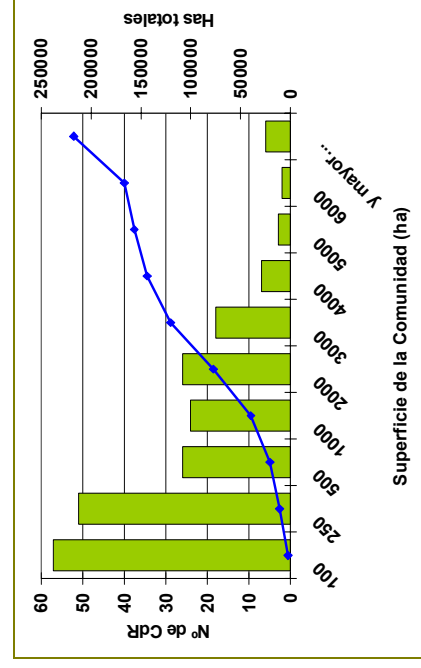


Encuestas sobre la caracterización del regadío.

Desde el mes de marzo, en la Oficina del Regante, se está realizando un estudio en el que se toman como base los datos de las encuestas enviadas a todas las Comunidades de Regantes aragonesas. Gracias a la inestimable colaboración de éstas, se han recibido un total de 230 encuestas de las cuales se han obtenido datos de una superficie de cercana a las 220.000 has. De esta superficie se han recabado datos sobre el personal contratado, distribución de la propiedad, infraestructuras, cultivos y gestión del agua entre otros.

Han respondido a nuestras preguntas Comunidades de Regantes de todo tipo por lo que la muestra del estudio resulta muy representativa. Puede verse en el gráfico cómo el mayor número de encuestas recibidas corresponde a Comunidades de Regantes más numerosas. Sin embargo estas Comunidades más pequeñas, aunque muy numerosas, representan un pequeño porcentaje de la superficie total estudiada. Así, se puede ver cómo las Comunidades de más de 1000 has aportan más del 90 % de la superficie estudiada.

Como resultado de la elaboración de estos datos se está realizando un estudio destinado a definir las características más importantes del regadío aragonés. Para completar la información de las encuestas recibidas se han añadido datos obtenidos del SIG-PAC y de la CHE, para tener una visión más completa de todo el regadío de nuestra Comunidad. Este estudio será el resultado del esfuerzo realizado por muchas Comunidades que han dedicado un poco de su tiempo a aportarnos para ayudarnos a describir sus zonas regables.



SECCIONES

- **Agronomía.**
- **La calidad del agua en el regadío.**
- **Ingeniería del riego.**
- **Eficiencia energética en instalaciones de bombeo para riego.**
- **Manejo de sistemas de riego.**
- **Cómo averiguar la pendiente más adecuada para una parcela de riego por superficie.**
- **Ador.**
- **Las copias de seguridad en Ador.**
- **Consultas.**
- **Noticias y Agenda.**

DIRECCIÓN

SIRASA
Oficina del Regante
 Plaza Antonio Beltrán Martínez, 1
 5ª Planta, Oficinas H, I, J, K
 50002 ZARAGOZA

Tlf: 976 302268
 Fax: 976 214240
 e-mail: oficinaregante@sirasa.net

Página Web:
<http://oficinaregante.aragon.es>

a la información aportada por los propios usuarios de la web que han logrado que, en la actualidad, se puedan consultar las necesidades de riego de 26 cultivos. Teniendo en cuenta los distintos ciclos mostrados para algunos de ellos, se obtienen cuarenta y seis combinaciones de cálculo diferentes.

terísticas de cultivo. Así, si nuevas parcelas se encuentran en el área de influencia de más de una estación podemos aplicarles dosis de riego intermedias entre las que nos indican las estaciones que vamos seleccionando. (Imagen 2)

| ESPECIE | INTERVALO DE SELECCIÓN DE FECHA (En función de la estación) | |
|---------------------------------|--|---------------------|
| | SIEMBRA-PLANTACIÓN | COSECHA-RECOLECCIÓN |
| BROCOLI | Del 09/08 al 03/09 | Del 19/11 al 09/12 |
| COLIFLOR OTONO | Del 30/07 al 19/08 | Del 20/11 al 10/12 |
| COLIFLOR INVIERNO | Del 09/09 al 19/10 | Del 30/01 al 24/02 |
| CEBOLLA | Del 29/01 al 19/03 | Del 04/08 al 29/08 |
| BORRAJA PRIMAVERA | Del 04/04 al 04/05 | Del 14/07 al 03/08 |
| BORRAJA OTONO | Del 14/08 al 10/09 | Del 19/11 al 09/12 |
| ESPÁRRAGO | Ciclo continuo | Ciclo continuo |
| CÉSPED | Ciclo continuo | Ciclo continuo |
| PRADERA POLÍFITA CORTES | En función de la altura de la planta | Ciclo continuo |
| PRADERA POLÍFITA CICLO CONTINUO | Ciclo continuo | Ciclo continuo |
| ALFALFA CICLO CONTINUO | Ciclo continuo | Ciclo continuo |

Incorporación de nuevos cultivos.

Se han introducido en la página de la Oficina del Regante ocho nuevos cultivos. Su incorporación se debe sobre todo

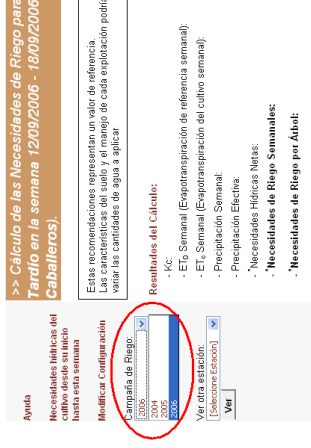


Imagen 2: Posibilidad de ver las Necesidades Hídricas de los cultivos en campañas anteriores.

Necesidades de riego para un mismo cultivo en otra estación agro-meteorológica.

Al consultar los valores ofrecidos para un cultivo en una estación determinada se puede comprobar cómo varía la recomendación para otra estación manteniendo las mismas caracte-

Cálculo de las Necesidades de Riego para el cultivo Alfalfa (con cortes) en la semana 14/09/2006 - 20/09/2006 en (Ejea de los Caballeros).

Estas recomendaciones representan un valor de referencia. Las características del suelo y el manejo de cada explotación podrían hacer variar las cantidades de agua a aplicar

Resultados del Cálculo:

- Eto Semanal (Evapotranspiración de referencia semanal): 20,6 l/m²
- Precipitación Semanal: 12,6 l/m²
- Precipitación Efectiva: 9,4 l/m²
- Kc: 0,9
- E1, Semanal (Evapotranspiración del cultivo semanal) mínima: 18,5 l/m²
- Necesidades Hídricas Netas semanales: 9,5 l/m²
- Necesidades de Riego Semanales: 11,9 l/m²

Alfalfa (con cortes) en la semana 14/09/2006 - 20/09/2006 en (Ejea de los Caballeros)

- Altura (cm): 30
- Sistema de riego: Aspersión
- Eficiencia: 80 %

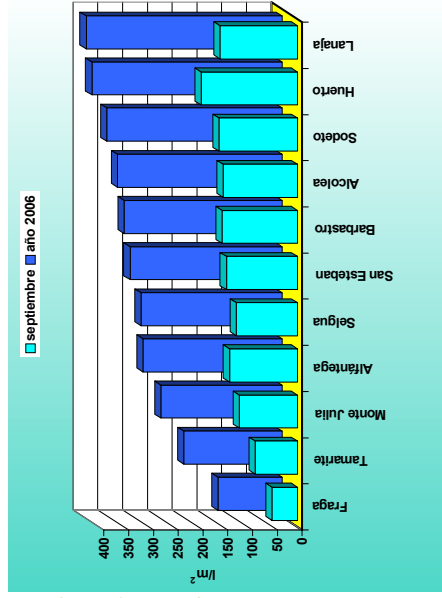
Es posible comparar las Necesidades de nuestros cultivos en varias estaciones diferentes.

Noticias y Agenda

Septiembre acumula el 50 % de las lluvias de 2006.

Aunque el año 2006 está resultando muy escaso en precipitaciones, en este mes de septiembre se está rompiendo la tendencia anual. En todas las estaciones se ha superado la media de precipitaciones en este mes siendo en algunos casos el triple de los datos medios históricos de los que se disponía.

De las 49 estaciones que hay en Aragón de la red SIAR, en 28 de ellas la precipitación de septiembre ha sido igual o mayor al 30 % de la registrada desde enero. En algunas de las esta-



ciones de la mitad oriental de Aragón tales como Huerto, Alfántega, Monte Julia y Barbastro, las lluvias de este mes han representado aproximadamente la mitad del agua caída en el 2006.

En el gráfico se presentan los datos de las zonas en las que las diferencias entre la pluviometría en septiembre y la recogida en lo que llevamos de año es mayor.

Edita: Sociedad de Infraestructuras Rurales Aragonesa, S.A. (SIRASA). Pza. Antonio Beltrán Martínez, 1, 5ª planta. Oficinas H,I,J,K, . 50.002 Zaragoza. **Compone:** Oficina del Regante.

■ Agronomía

La calidad del agua en el regadío.

de los suelos agrícolas.

Temperatura.

El agua de riego actúa sobre las temperaturas del suelo y la planta modificando su régimen térmico. En riego por superficie, si el agua está mucho más fría que la planta y el suelo, existe la posibilidad de provocar un enfriamiento del suelo y del sistema radicular de la planta generando un desequilibrio entre las raíces y las hojas de forma que las raíces pierden capacidad para absorber agua y nutrientes.

Gases disueltos y sustancias en suspensión.

Estas dos características del agua de riego apenas causan problemas en las plantas. Los gases disueltos pueden aumentar, en función de la temperatura y del sistema de riego, la cantidad de dichos gases en la atmósfera del suelo, mejorando así los procesos de unificación y nitrificación. En cuanto a los minerales en suspensión, pueden causar problemas ocasionales al desgastar de forma anormal

los elementos de un sistema de riego, lo que hace necesaria la instalación de filtros para su eliminación.

Sustancias en disolución. Salinidad.

Las aguas pueden llevar distintas sales disueltas que pueden originar trastornos serios cuando se utilizan para el riego. Habitualmente las determinaciones que se realizan al agua de riego son las que se presentan en la tabla.

Si la materia disuelta total es relativamente elevada, con los riegos sucesivos va aumentando la concentración de las soluciones del suelo. Estas sales, si no son eliminadas o precipitadas pueden producir la salinización del suelo regado. Esta posibilidad viene determinada por las características de los suelos, la climatología de la zona, el procedimiento de riego y tácticas de cultivo. La calidad del agua para el riego se considera baja a partir de 2400 mg/l de materia disuelta total.

| PARÁMETRO DE CALIDAD | SÍMBOLO | INTERVALO USUAL | INTERVALO USUAL |
|-------------------------|------------------------------------|-----------------|-----------------|
| Conductividad eléctrica | CEa a 25°C | 0-3 | ds/m |
| Materia disuelta total | MDT | 0-2000 | mg/l |
| Calcio | Ca ²⁺ | 0-400 | mg/l |
| Magnesio | Mg ²⁺ | 0-60 | mg/l |
| Sodio | Na ⁺ | 0-920 | mg/l |
| Potasio | K ⁺ | 0-20 | mg/l |
| Carbonatos | CO ₃ ⁻² | 0-3 | mg/l |
| Bicarbonatos | HCO ₃ ⁻ | 0-610 | mg/l |
| Cloruros | Cl ⁻ | 0-1065 | mg/l |
| Sulfatos | SO ₄ ⁻² | 0-960 | mg/l |
| Nitratos | N (NO ₃) | 0-10 | mg/l |
| Amonio | N (NH ₄ ⁺) | 0-5 | mg/l |
| Fosfatos | P (PO ₄ ⁻³) | 0-2 | mg/l |
| Boro | B | 0-2 | mg/l |
| pH | pH | 6.5-8.5 | - |
| SAR | SAR | 0-15 | - |

La calidad del agua para el riego tiene dos efectos importantes. A corto plazo influye en la producción, calidad y tipo de cultivo, a largo plazo ciertas aguas pueden perjudicar el suelo hasta hacerlo totalmente inservible para la agricultura. Sea cual sea el origen del agua debe cumplir unos parámetros mínimos y únicamente en ciertas situaciones o para ciertas producciones pueden variarse los márgenes establecidos, siempre que no afecten las propiedades del suelo.

La calidad del agua viene influenciada entre otros factores por su procedencia. Si se trata de aguas superficiales tienen las siguientes características:

- Temperatura similar a la atmosférica.
- Ricas en oxígeno.
- Pueden llevar sustancias minerales disueltas en función de los terrenos que atraviese durante su curso.
- Ofrecen riesgo de contaminación por elementos químicos y biológicos procedentes de la actividad industrial, agrícola y condiciones sanitarias de las regiones próximas a su cuenca.
- Por el contrario, si las aguas son subterráneas, las características más señaladas son las siguientes:
 - Temperatura uniforme durante todo el año. Por lo general resultan frías en verano.
 - Pobres en gases disueltos, sustancias minerales y orgánicas.
 - Presentan bajo riesgo de contaminación y eutrofización por vertidos industriales o lixiviación

¿Dónde deben guardarse?

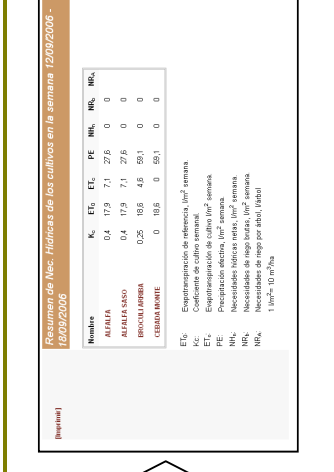
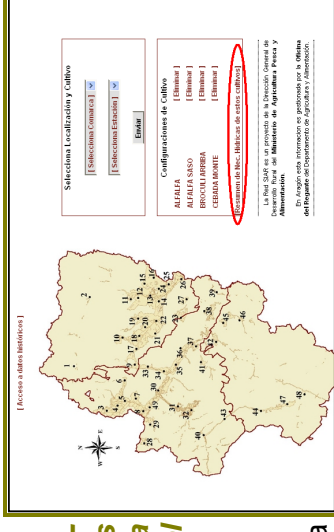
El lugar en el que se guardan las copias de seguridad es elección del usuario. Lo ideal sería poder dejar una copia en el ordenador y hacer otra en un formato externo como un CD, una unidad ZIP o una unidad externa de memoria. De este modo, si el ordenador se avería siempre habrá una copia más o menos reciente de los datos. En cualquier caso, lo realmente importante es realizar las copias y tener la posibilidad de guardar varias versiones de las mismas.

Es importante llevarse la copia a otra carpeta para que no se borre la próxima vez que elijamos hacer copia de seguridad.



■ Consultas

Necesidades de riego de los cultivos de campañas anteriores.



En esta campaña

Imagen 1: Resumen de las Necesidades Hídricas de todos los cultivos de un mismo usuario.

de riego, gracias a las sugerencias y recomendaciones de los usuarios, se han introducido en el módulo de Necesidades Hídricas de la página web varias novedades. Con ellas se pretende mejorar el servicio ofrecido y la información que los regantes pueden obtener desde la dirección:

<http://oficinaregante.aragon.es>.

Las novedades más destacadas son las siguientes

ta semana y además imprimirla en una tabla.

Necesidades de riego en campañas anteriores.

Desde la página de consulta de las necesidades semanales de cada uno de nuestros cultivos, es posible acceder a las necesidades que tuvo ese mismo cultivo en la misma semana de campañas anteriores. De esta forma es posible comparar las dosis de riego en varias campañas y descubrir diferencias entre éstas. (Imagen 2):

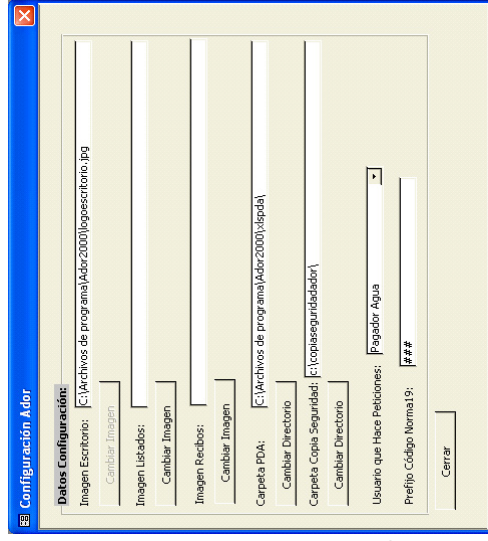
Resumen de las Necesidades Hídricas de los cultivos de cada usuario.

Cuando un usuario entre en el módulo de necesidades hídricas, verá bajo aquellos cultivos que se han guardado como una Configuración de Cultivo independiente, la opción de ver directamente las necesidades de estos cultivos en una tabla resumen. (ver imagen 1). De esta forma se puede hacer una consulta rápida de las Necesidades Hídricas de nuestros cultivos para es-

■ Ador

Las copias de seguridad en Ador.

La realización de copias de seguridad en cualquier programa informático es fundamental para evitar pérdidas de valiosos datos y, por lo tanto, de tiempo de trabajo. En Ador, la salvaguarda de los datos es primordial debido a la gran cantidad de los mismos que puede llegar a almacenarse en el programa y a la importancia que tienen para el funcionamiento de la Comunidad de Regantes.



hace dos días en vez de la que se ha hecho hoy.

La copia de seguridad de Ador la constituyen varios archivos (Ver imagen 2), así que habrá que trasladarlos todos a otra ubicación. Por ejemplo, la imagen muestra una Comunidad que lleva las copias de la carpeta por defecto "C:\copiasseguridadador" a otra carpeta denominada "Copias de Ador" que se encuentra dentro de la carpeta "Mis Documentos". En esta carpeta, se crea una con la fecha de cada día en la cual introduce las copias. Este traslado de ficheros lleva unos **10 segundos al día** y es MUY VALIOSO PARA NO PERDER INFORMACIÓN si se produce algún error tanto del programa como del usuario. Conforme pase el tiempo, las carpetas con copias más antiguas se puede ir borrando para dejar más espacio en el disco duro del ordenador.

Como cada vez que se realiza una copia de seguridad se borra la anterior, si se desea que los datos queden realmente a resguardo, habrá que CAMBIAR DE SITIO O DE NOMBRE los archivos de la copia. Esto no se efectúa desde Ador, sino que hay que salir del programa y llevar la copia a la otra ubicación (un CD, un Zip u otra carpeta). Si este cambio no se hace, cada vez que se haga una copia de seguridad se borrará la anterior, con la consiguiente pérdida de capacidad de respuesta frente a errores o fallos, ya que es probable que necesitaríamos recuperar la copia del día anterior o la de

¿Cómo se hacen las copias de seguridad en Ador?

Lo primero que hay que comprobar es la carpeta en la que se hacen las copias. Esta carpeta viene definida en el menú: "Utilidades/ Configuración/ Configurar Ador" (ver imagen). Por defecto, todas las copias se hacen siempre en la carpeta "C:\copiasseguridadador", borrando la copia anterior. Si se desea cambiar la carpeta, únicamente debería pulsarse en el botón "Cambiar Directorio" de este punto y elegir la carpeta en la que interese que se hagan las copias.

Si en una oficina se gestionan dos o más comunidades hay que elegir un directorio de las copias de seguridad diferente para cada una, ya que sino, todas las comunidades que se gestionan harán las copias en el mismo sitio, borrándose unas a otras.

Los valores de pH no constituyen en sí un criterio de calidad ya que se modifican rápidamente al tomar contacto el agua con el suelo.

El laboratorio de Salinidad del Departamento de Agricultura de EEUU estableció en 1954 dieciséis clases de aguas en función del riesgo de salinización y de alcalinización del suelo. El riesgo de salinización se mide con los valores de conductividad eléctrica (CE) y el de al-

BIBLIOGRAFIA

Diversos autores (1997) *Il curso sobre reutilización de aguas residuales y salinas en regadíos: aplicación de tecnologías avanzadas*. UPM, Madrid.

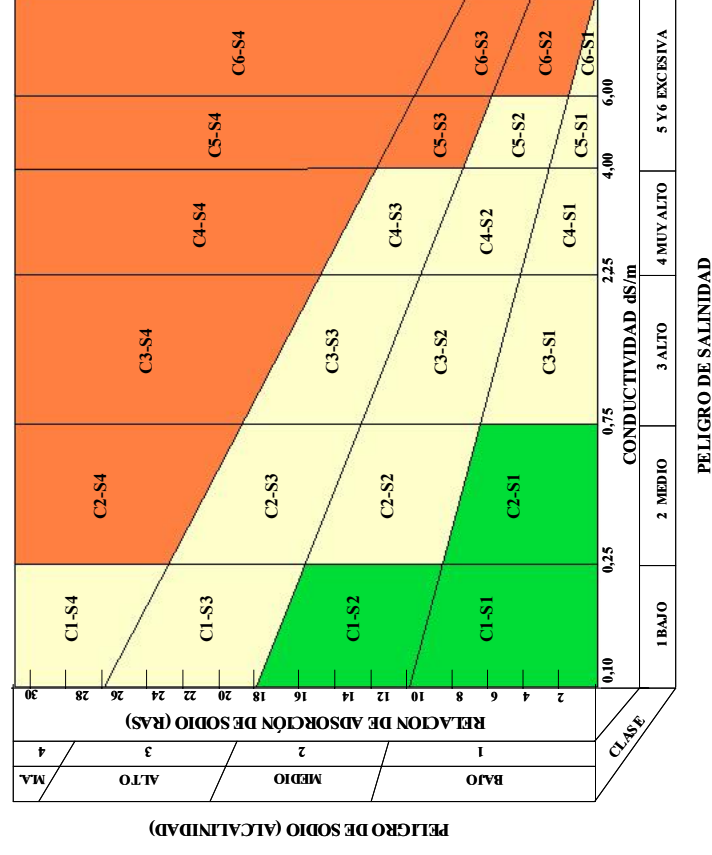
URBANO TERRÓN, PEDRO. "Tratado de fitotecnia general". (1995). Ed Mundiprensa. Pp. 895.

MUJERIEGO, R. (1990). *Manual Práctico de Riego con Agua Residual Municipal Regenerada*. Ediciones de la Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona.

VEGA MACÍAS, V; PASTOR MUÑOZ-COBO, M. (2005) "Calidad de las aguas de riego. Riego con aguas salinas". Capítulo 8 del libro "Cultivo del olivo con riego localizado". Ed. Mundiprensa. Pp. 185-220.

CIRVERA, S. (2000) "La calidad del agua para la Agricultura". FAO.

Clasificación del agua de riego en función del riesgo de salinización y alcalinización del suelo.



■ Ingeniería del riesgo

Eficiencia energética en instalaciones de riego para bombeo.

Consumo de energía en las nuevas instalaciones de riego a presión.

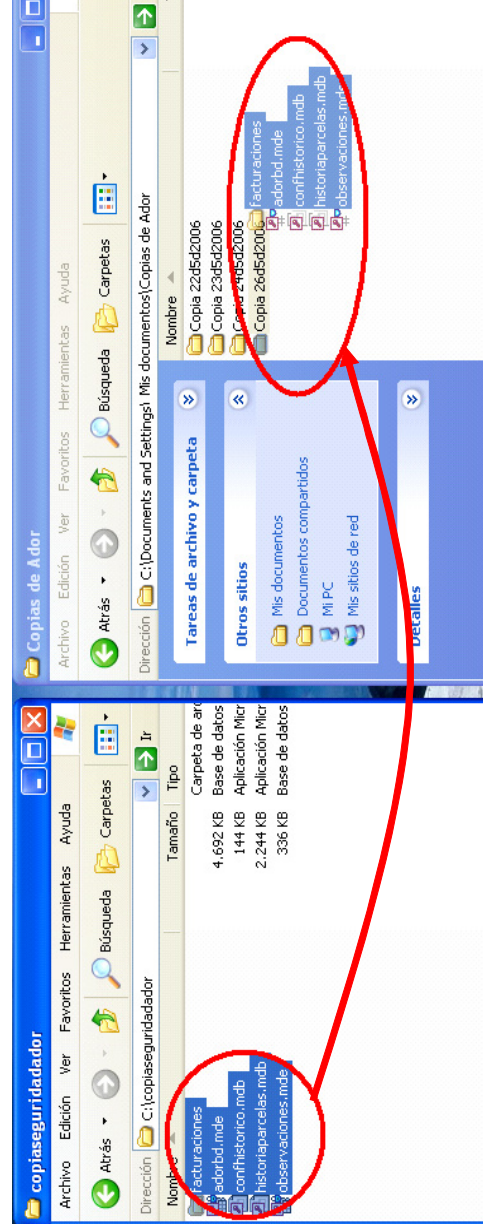
Muchos de los regadíos creados en los últimos años, o en ejecución en la actualidad, dependen de la energía para poder transportar el agua desde los puntos de captación hasta las parcelas de cultivo. También la mayoría de las zonas modernizadas con implantación

de nuevos sistemas de riego a presión la necesitan para aportar esa presión necesaria en hidrante. En definitiva, la gran mayoría de las nuevas instalaciones de riego precisan, en mayor o menor medida, un aporte energético externo sin el cual el riego no sería posible. Así, según el Plan Nacional de regadíos (MAPA, 2001), el consumo de energía primaria en los bombeos de regadío en Aragón era de 103.000 Mwh en forma de electricidad y

de 7.000 toneladas de gasoil.

Por qué es importante mejorar la eficiencia energética.

El coste que supone ese consumo de energía es cada vez mayor. Además, no supone una inversión a amortizar sino que es un coste de producción que "se quema" sin que pueda producir un beneficio residual. Así, las medidas de ahorro que se pueden adoptar para reducir su cuantía son claves para aumen-





En otros casos, resulta mucho más eficiente el bombeo directo a la red con bombas en régimen variable equipadas con variadores de frecuencia. Los variadores de frecuencia permiten que la velocidad de giro de la bomba se adapte a las necesidades de presión y caudal de la red de riego. De esta forma se optimiza el consumo energético de la red ya que la potencia utilizada ya no es constante sino que varía en función de las exigencias de cada momento.

Otra de las posibilidades a tener en cuenta durante el diseño es la sectorización de la zona regable. Así, en lugar de tener una única red de grandes dimensiones que sirve agua tanto a zonas de gran exigencia de presión como a zonas en las que sobra, se pueden crear redes paralelas que abastecen zonas de diferente exigencia de presión adaptando la instalación al rango de trabajo que se le exige en cada sector.

Hay varias medidas que pueden ser empleadas para mejorar la eficiencia de un sistema de bombeo tanto en el diseño como en el manejo de la instalación.

Actualmente, los diseños de instalaciones de riego con equipos de bombeo a velocidad constante que elevan el agua a una balsa sólo son justificables de determinadas condiciones como, por ejemplo, cuando la balsa tiene la utilidad de acumular y regular el agua de la Comunidad y luego la distribuye por su propio peso.

■ Manejo de sistemas de riego

Cómo averiguar la pendiente más adecuada para una parcela de riego por superficie.

La actual situación de escasez de agua hace que en muchas zonas de riego tradicional se estén tomando medidas para maximizar la eficiencia de riego. Con esto se busca un ahorro de agua en cada aplicación de forma que con la misma reserva por explotación se pueda mantener el cultivo bien provisto durante todo el ciclo.

Los aspectos de manejo que más pueden repercutir en le ahorro energético son, principalmente, el control de los equipos hidráulicos y eléctricos de la red.

El control de fugas, la reparación de bombas gastadas y el control de consumos de energía reactiva son, por ejemplo, medidas que pueden suponer hasta un 20% de ahorro. Por último, la adecuación de la programación del riego a las necesidades de los cultivos y a las características de la red implicarán seguramente un menor consumo de agua y, por lo tanto, un ahorro de energía.

BIBLIOGRAFIA

- IDAIE (2005). *Ahorro y eficiencia energética en agricultura de regadío* (2005). Instituto para la Diversificación y Ahorro de energía. Ministerio de industria, turismo y comercio.
- CIT (2004). *Reducing energy use and energy costs. Agricultural Pumping Efficiency program*. The Center for Irrigation Technology. California State University.

De los parámetros que condicionan la calidad de un riego: caudal, dimensiones de la parcela y pendiente, es este último el que puede ser más fácilmente mejorado por parte del agricultor pero es necesario hacerlo con buen criterio si no, el resultado puede ser peor que la situación inicial.

Importancia del tipo de suelo.

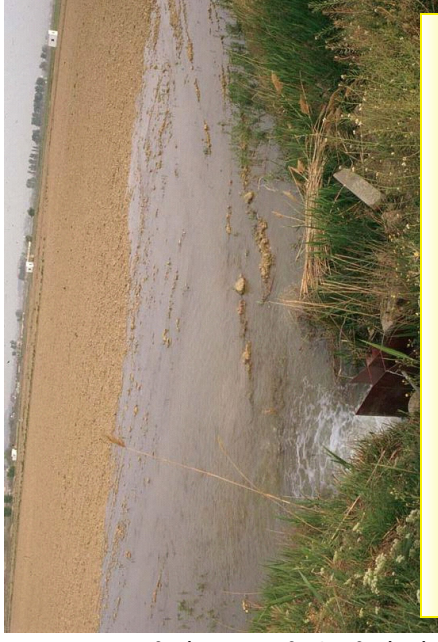
La textura, pedregosidad y profundidad de un suelo son los parámetros que marcan su capacidad de retención de agua, y por lo tanto la dosis máxima a aplicar en un riego. La textura además es la responsable de la velocidad de infiltración.

Así, los suelos más arenosos tienen valores de infiltración altos mientras que los suelos arcillosos tienen tasas de infiltración menores. Los suelos francos, al tener características intermedias, también tienen unos valores de infiltración intermedios.

Otro dato que hay que tener en cuenta, además, que la infiltración en un punto no es constante sino que va cambiando a lo largo un riego. Así, cuando el agua llega a un punto de la parcela la velocidad de infiltración instantánea en ese lugar es alta y por lo tanto el suelo absorbe una gran cantidad de agua, luego conforme el suelo se va saturando la velocidad se estabiliza y la altura de agua infiltrada aumenta más lentamente. En el gráfico se muestra la curva de altura infiltrada en un punto a lo largo de un riego en tres suelos diferentes de una misma Comunidad de Regantes. Como puede apreciarse, los suelos más arenosos son capaces de infiltrar una mayor cantidad de agua que los francos y arcillosos en un riego de la misma duración.

Ajuste de la pendiente a la infiltración del suelo.

Sin tener en cuenta las parcelas de riego por inundación en las que la pendiente es cero, para que se produzca un llenado total del tablar lo más habitual en el riego por superficie es aplicar a la parcela una ligera pendiente para que así se facilite el avance del agua (riego por escurrimiento).



Para medir la curva de avance hay que tener datos los momentos en el que el agua llega a cada punto de la parcela. Imagen cedida por el CITA.

en la situación previa a la modificación de la pendiente. Es decir, en uno de los últimos riegos de la parcela que se quiere modificar, se debe controlar el tiempo que le cuesta al agua avanzar por la parcela. Para ello es necesario colocar unas estacas bien visibles a lo largo de la parcela y anotar el tiempo que le cuesta al agua alcanzarlas. También deberemos conocer el caudal con el que estamos regando y la pendiente actual de esa parcela. Con la elaboración de los datos recogidos en campo se realizará la llamada "curva de avance" del agua en esa parcela.

Una vez que hemos conseguido esta curva de avance, se pueden introducir los datos en un programa que simula este proceso y así obtener las características medias de infiltración de la parcela.

De esta forma podemos predecir lo que ocurriría si variáramos las condiciones de diseño tales como el caudal o las dimensiones del tablar, pero sobre todo podríamos encontrar la pendiente que nos asegurara una cantidad de agua adecuada en todos los puntos de la parcela en el menor tiempo posible. De esta forma se conseguirá una buena eficiencia del riego con el menor coste de movimiento de tierras.

Asesoramiento de la Oficina del Regante.

Para cualquier duda sobre como realizar una evaluación de riego o para la determinación posterior de la pendiente más adecuada para su parcela puede consultar a la Oficina del Regante o recurrir a un técnico especializado en estos procesos.

Las pendientes que actualmente se utilizan son muy variadas, así podemos ver parcelas niveladas con pendientes desde el 0,2 por mil hasta del 4 o 5 por mil.

El valor más adecuado de la pendiente es aquel que tenga en cuenta la velocidad de infiltración del suelo, el tamaño del tablar y el caudal de entrada en la parcela. Los dos últimos parámetros se pueden conocer fácilmente pero para obtener la infiltración es necesario medirlo en el campo. Como además el suelo puede ser diferente en distintos puntos de la parcela, se deberían hacer varias pruebas en un mismo tablar lo cual podría resultar bastante arduo.

Para simplificar esta prueba de campo, se puede recurrir a realizar una evaluación del riego