

## Nuevos ensayos en La Alfranca



**Goteo subterráneo**



**Tarifas eléctricas**

*Síguenos*



## La Alfranca desarrollará 3 nuevos ensayos de transferencia en torno al regadío en 2012



Texto y fotografías: Javier Hernández y Antonio Otal de la Oficina del Regante de Sociedad de Infraestructuras Rurales Aragonesa (SIRASA)

Desde 2006, la empresa pública SIRASA, instrumento de Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente de Aragón, se encarga del mantenimiento y de gestión de la Finca La Alfranca, una instalación referente en la experimentación agraria de la Comunidad. La entidad, que cuenta con proyectos de colaboración de empresas públicas y privadas, tiene previsto desarrollar 3 nuevos ensayos en 2012 con un doble objetivo: mejorar y optimizar el riego, y disminuir los costes agrarios a través de la reducción de consumos eléctricos de bombeo.

Sociedad de Infraestructuras Rurales Aragonesa, empresa pública agraria del Gobierno de Aragón es la encargada de la explotación de la finca La Alfranca, una instalación referente en la transferencia agraria de la Comunidad.

Para ello colabora, desde 2006, con entidades públicas y privadas, en ensayos que impliquen la búsqueda de mayores productividades y rendimientos de las producciones agrarias, así como su posterior difusión a los agentes interesados.

Ejemplos de estas experimentaciones los encontramos en los estudios de mejora de la determinación de necesidades hídricas en cultivos extensivos en base a parámetros edafológicos y sondeo del comportamiento del suelo, o los sistemas de erradicación de la afección de la plaga del mejillón cebrá en la Cuenca del Ebro.

### Nuevos proyectos de transferencia para el regadío

En 2012 la Alfranca tiene previsto realizar 3 nuevos ensayos de transferencia agraria cuyos objetivos genéricos son la mejora y optimización del riego, así como la disminución de los consumos eléctricos de bombeo.

Los estudios a desarrollar serán "Uso de sondas de humedad como herramienta para minimizar el consumo de agua de riego", "Optimización de consumos eléctricos en estaciones de bombeo a través del uso del Telegestar", y "Uso de riego por goteo en cultivos extensivos".

### Uso de riego por goteo en cultivos extensivos

El riego por goteo ha sido usado habitualmente en cultivos leñosos, siendo su uso antieconómico para cultivos extensivos a consecuencia del coste de adquisición, instalación y recogida de los ramales porta goteros. Sin embargo, aportan otra serie de ventajas con res-

pecto al riego por aspersión. Las principales son el ahorro de energía y de agua, factores que ante el aumento del precio de la energía ha hecho igualar los costes de riego (instalación + explotación) en ambos sistemas. Pero además el riego por goteo aporta otra serie de ventajas frente al riego por aspersión: Se trata de un sistema cuya uniformidad no se ve afectada por el viento y que permite controlar la salinidad de los suelos y regar en parcelas con presiones disponibles insuficientes para riego por aspersión.



Para comprobar la conveniencia de dicho sistema se va a instalar en dos parcelas riego por goteo para un cultivo extensivo, el maíz. Este cultivo posee unas necesidades netas de riego de 6.000 m<sup>3</sup>/ha, que en riego por goteo puede ahorrar hasta 1500-2000 m<sup>3</sup>/ha, aumentando la eficiencia del riego de un 85% a un 95%.

De esta manera, los objetivos del ensayo se centrarán, no sólo en la instalación del sistema de riego por goteo en dichas parcelas, sino en el estudio comparativo de rentabilidad, coste económico, ahorro de agua y energía, entre la técnica de goteo y la de aspersión para cultivos extensivos.

También ofrecerá la oportunidad de minimizar los descensos de producción originados por los suelos salinos con este sistema.

### Uso de sondas de humedad como herramienta para minimizar el consumo de agua de riego

La instalación de sondas de humedad en parcelas de cultivo de regadío proporciona una información valiosa para determinar la evolución del agua disponible para las plantas en el suelo y las estrategias de riego para los diferentes cultivos y los distintos tipos de suelo.

Su uso permite no solo saber la cantidad de agua a aplicar sino también determinar la periodicidad de los aportes, lo que la consolida como herramienta de indudable valor para aumentar la producción de los cultivos y hacer un uso más eficiente del agua de riego.

De ahí que el objetivo principal de este ensayo sea testar la idoneidad de las sondas de humedad como herramienta para determinar la dosis diaria óptima de riego. Para ello, con ayuda de las sondas de humedad, instaladas a diferentes profundidades, se determinará la capacidad de campo, el punto de marchitez permanente y el punto de recarga de los horizontes radiculares para los perfiles edafológicos y cultivos considerados.

Las mediciones de esta herramienta son recogidas y enviadas vía GPRS a un servidor donde un software permite visualizar las correspondientes tablas y gráficos, a partir de los cuales elaborar las estrategias de riego adecuadas para cada zona en función de los suelos y cultivos implantados.

El objetivo final es situar los niveles de humedad del suelo entre la capacidad de campo y el punto de recarga. De esta forma, se minimizan las pérdidas de agua por percolación una vez se ha superado la capacidad de campo y se evitan riesgos de que el cultivo sufra estrés hídrico en algún momento de su ciclo y se traduzca en pérdidas de rendimiento.

### **Optimización de consumos eléctricos en estaciones de bombeo a través del uso del Telegestar**

Telegestar es una potente herramienta informática que está siendo desarrollada por la Escuela Politécnica de Huesca para el análisis y la predicción de consumos eléctricos en estaciones de bombeo que alimentan redes de riego presurizadas.

Esta herramienta, ante un conjunto de peticiones de riego, analiza las diferentes combinaciones que existen y da como resultado la combinación óptima desde el punto de vista energético.

Por otro lado, la estación de bombeo de La Alfranca dispone de un analizador de redes que permite medir y registrar los consumos eléctricos.

Los objetivos en este ensayo se centrarán en probar, en condiciones de explotación, la bondad de las predicciones y los análisis realizados por Telegestar, verificar la operatividad del uso de Telegestar y la adecuación de la secuencia de riego óptima recomendada en condiciones normales de explotación, así como determinar (si procede) los ajustes a introducir a la aplicación para mejorar la funcionalidad de ésta.

Con ello se obtendrá un informe comparativo de los consumos eléctricos siguiendo la programación recomendada por Telegestar frente al consumo eléctrico de un programa habitual de riego.



# Incremento de los costes energéticos



Alfonso Molins Garós, Ingeniero agrónomo de la Comunidad de Riegos del Alto Aragón

En el presente artículo se muestra el incremento del coste energético durante los últimos 6 años (2005-2010) en el sector del regadío, mediante el estudio de datos concretos de diversos puntos pertenecientes a la Comunidad General de Riegos del Alto Aragón. Los datos considerados son la potencia contratada, la potencia consumida o el volumen de agua bombeada para una superficie determinada.

Hay que destacar que los resultados que puedan desprenderse de este artículo no son extrapolables al resto de comunidades de regantes del sistema, puesto que no todas llevan el mismo tiempo en funcionamiento y por tanto no están todas igual de "ajustadas". Sin embargo si que puede servir para reflejar el aumento general de los costes energéticos que está sufriendo el sector en general.

En primer lugar se hará una ligera descripción del Sistema de Riegos del Alto para pasar posteriormente a la demostración numérica del incremento energético acaecido en los últimos años en 4 comunidades de base que forman parte del mismo.

### Sistema de Riegos del Alto Aragón

La Comunidad General de Riegos del Alto Aragón es una Corporación de Derecho Público, adscrita a la Confederación Hidrográfica del Ebro, en la que se integran las diversas Comunidades de Regantes Ordinarias (Comunidades de Base) que aprovechan las aguas de la Intercuenca Gállego – Cinca (Huesca y Zaragoza), reservadas por la Ley de 7 de enero 1915, para el Plan de Riegos del Alto Aragón, a través de los grandes Canales del Cinca y de Monegros.

El Sistema RAA, se compone de dos grandes canales procedentes de los ríos Gállego y Cinca; riegan aproximadamente unas 135.000 has (ampliables hasta un máximo de 172.000), abastecen a 115 municipios, de agua de boca e industrial, 813 explotaciones ganaderas y 10 polígonos industriales.

La Comunidad General de Riegos del Alto Aragón, en el marco de la modernización de las explotaciones agrícolas de su zona de competencia, está realizando una serie de inversiones para la mejora de las explotaciones agrícolas (instalaciones de riego propias de cada parcela de cultivo) de regadío de sus Comunidades de Regantes. La modernización de los sistemas de riego de cada finca se realiza con aspersores y sistemas técnicos informatizados de riego, programado y a distancia, en combinación con las inversiones ya realizadas en conducciones principales y secundarias.

### El incremento de los costes energéticos

Se está produciendo un aumento considerable en el consumo energético, a lo que hay que unir el coste de la energía que se ha visto incrementada en los últimos años por varios motivos:

#### 1. DESAPARICION TARIFAS DE RIEGO

Las tarifas especiales, donde se engloban las tarifas destinadas a los riegos agrícolas, se caracterizaban por tener un precio del término de potencia y término de energía mucho más económico que en el mercado liberalizado.

En aplicación de la Directiva 2003/54/CE, establece con el R.D. 809/2006 que el 01 de enero de 2007 las tarifas de Alta Tensión (A.T.), destinadas a riego agrícola desaparecen. Esta desaparición de las tarifas de riego se prorrogó en sucesivos textos legislativos hasta el 01 de julio de 2008.

#### 2. CALENDARIO HORARIO

A partir del 01 de enero de 2008, los períodos horarios de las tarifas de acceso en seis periodos, han sufrido una drástica modificación, aumentando las horas en los periodos más caros, P1, P2 y P3, en los meses de junio y julio. La modificación del calendario de periodos horarios, perjudica a las comunidades de regantes.

#### 3. PEAJES DE ACCESO:

Se incrementen los peajes de acceso, parte regulada del coste energético. Los precios de los términos de potencia y términos de energía, Tarifas 6.1, por el que se establecen tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica aplicables a los suministros efectuados en alta tensión, se han incrementado desde 2005 a 2010 en los porcentajes que se establecen a continuación (para cada uno de los 6 períodos considerados).

	P1	P2	P3	P4	P5	P6
<b>Incremento del Término de potencia (%)</b>	55,03	55,00	54,88	54,88	54,88	55,11
<b>Incremento del Término de energía (%)</b>	287,61	209,40	84,89	39,80	38,15	11,10

## Metodología empleada en el estudio de los datos

El estudio se ha realizado con los datos suministrados por cuatro comunidades con 5 puntos de bombeo que ya tienen datos históricos. Estos resultados pueden ser extrapolados al resto del sistema, es decir, se deduce el valor de la potencia a contratar, el consumo energético y el coste para el Sistema de Riegos del Alto Aragón a partir de los valores conocidos.

Se analizan, durante un periodo de 6 años, la potencia contratada, la energía consumida, el volumen de agua bombeada y el coste anual energético del agua bombeada y del kWh consumido

Finalmente se aplicará el coste anual del agua bombeada al caso concreto de la alfalfa y el maíz, suponiendo unos consumos medios de agua de 7.300 m<sup>3</sup>/ha y 6.170 m<sup>3</sup>/ha respectivamente (*Faci Gonzalez, J.M. y Martínez Cob, A., "Necesidades de agua de riego de los cultivos de Aragón"*)

## DATOS DE LA MUESTRA

Nº de Comunidades de Base: 4

Nº de años que comprende el estudio: 6 (2005-2010, ambos inclusive)

Nº de puntos de suministro analizados: 5

Nº total de Has que riegan: 7.229 Ha..

En el punto de suministro 4, aunque la superficie es 2.493 Ha. se ha considerado 1.870 Has, pues es el 75% de la superficie la que se riega con energía eléctrica, el resto usa gasóleo. De la misma forma se ha considerado el 75% del agua bombeada.



## PARÁMETROS CONSIDERADOS EN EL ESTUDIO

### Potencia contratada (en kW):

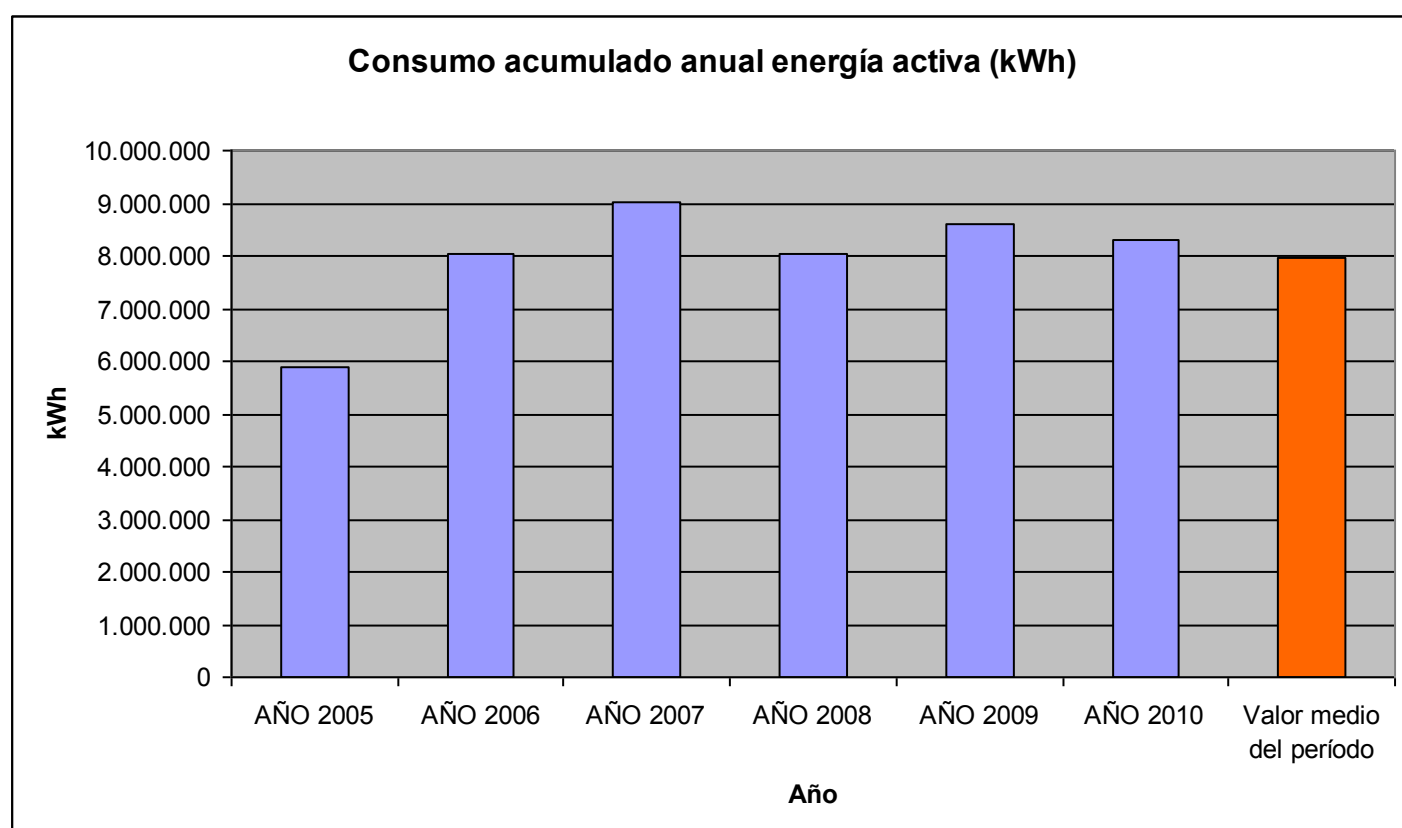
Tal y como puede observarse en la tabla 1, el valor de la potencia contratada apenas varía en los 6 años, con un valor medio de 4,64 GW.

**Tabla 1. Valores anuales y valor medio de las potencias contratadas (en kW).**

Punto de suministro	Nº Ha que riega	Año 2005	Año 2006	Año 2007	Año 2008	Año 2009	Año 2010	Valor medio
1	3.000	1.950	1.950	1.950	1.950	1.950	1.950	1.950
2	1.179	850	850	830	840	840	840	842
3	580	450	450	460	460	460	460	457
4	1.870	900	900	900	900	900	900	900
5	600	548	548	450	450	500	451	491
	<b>7.229</b>	<b>4.698</b>	<b>4.698</b>	<b>4.590</b>	<b>4.600</b>	<b>4.650</b>	<b>4.650</b>	<b>4.639</b>

### Energía consumida (en kWh)

La variación de la energía total consumida anual es la que se muestra en el gráfico 1. La media de los 5 puntos, es 7,98 GWh. Su valor varía dependiendo de las disponibilidades de agua. El año 2005, fue un año de sequía, se regó menos y en consecuencia se demandó menos energía eléctrica. En cambio en el año 2007, fue mayor el consumo energético, por una mayor disponibilidad de agua.

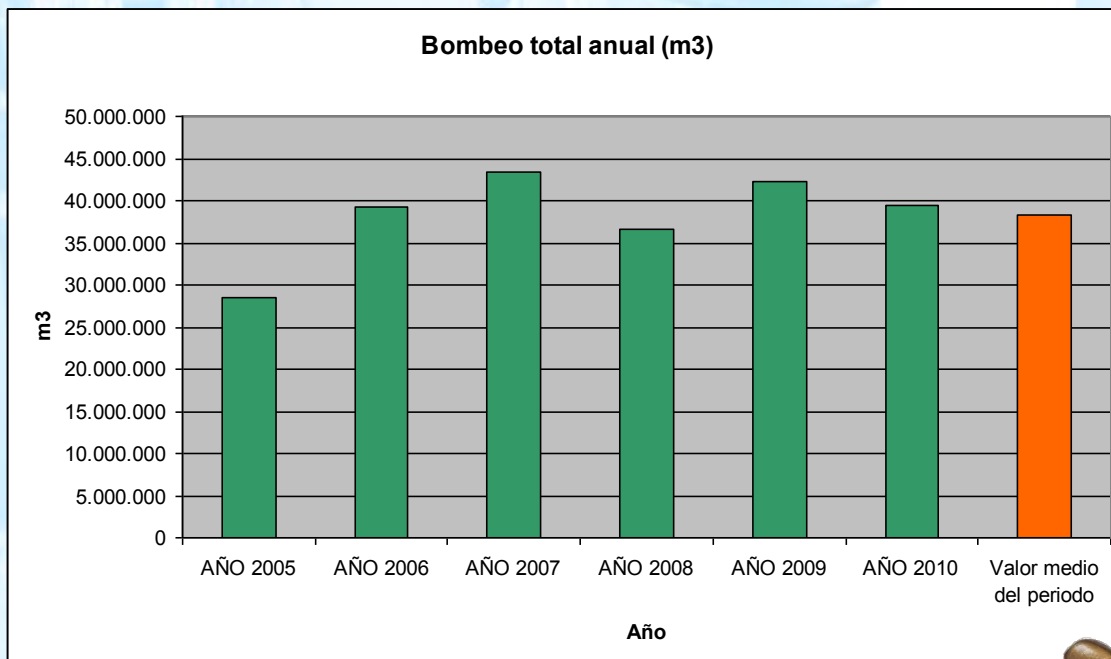
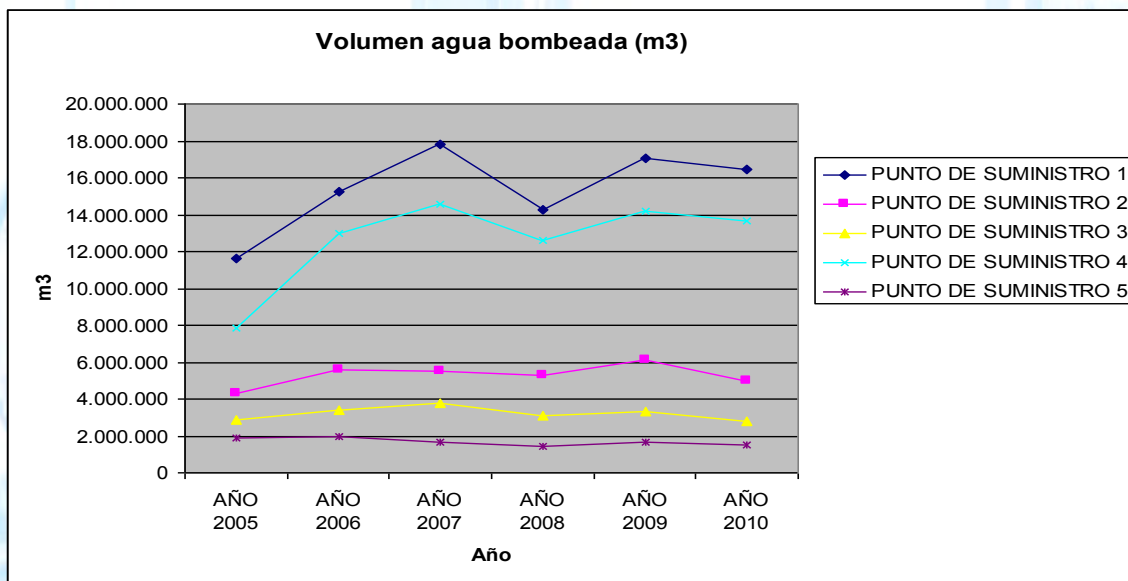




## Volumen de agua bombeada (m3)

Como es lógico aquellas comunidades con mayor superficie de regadío presentan un mayor volumen de agua bombeada, con un valor medio total de 39.554.154 m<sup>3</sup> (39,5 Hm<sup>3</sup>).

Como ya se ha apuntado anteriormente la sequía del 2005 comportó el menor bombeo de los 6 años analizados, mientras que 2007 fue el año con mayor volumen de agua bombeada. La variación anual de cada punto de suministro puede observarse en la gráfica de abajo.



**Costes anuales (€)**

A partir de los costes totales de cada punto de suministro se calculan los costes por energía consumida (kWh) y por cada 1.000 m<sup>3</sup> de agua bombeada.

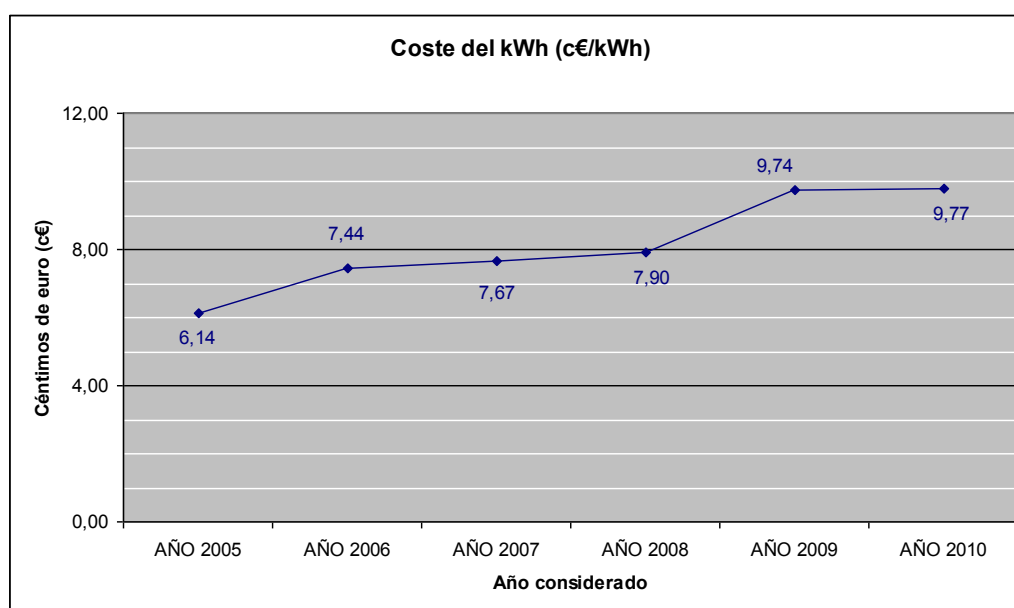
**Costes por kWh consumido (€/kWh)**

El precio final del kWh depende de diferentes variables tales como el precio de la energía, del porcentaje de consumo en cada uno de los periodos horario y de la potencia contratada. En cada punto de suministro el precio es distinto.

El coste total por kWh consumido se incrementa desde los 6,14 céntimos de euro en 2005 a 9,77 céntimos en 2010, lo que supone un aumento de un 59%. En el gráfico de abajo (Tabla 2 y su representación) se puede observar la evolución anual de este coste.

**Tabla 2. Coste anual total por kWh.**

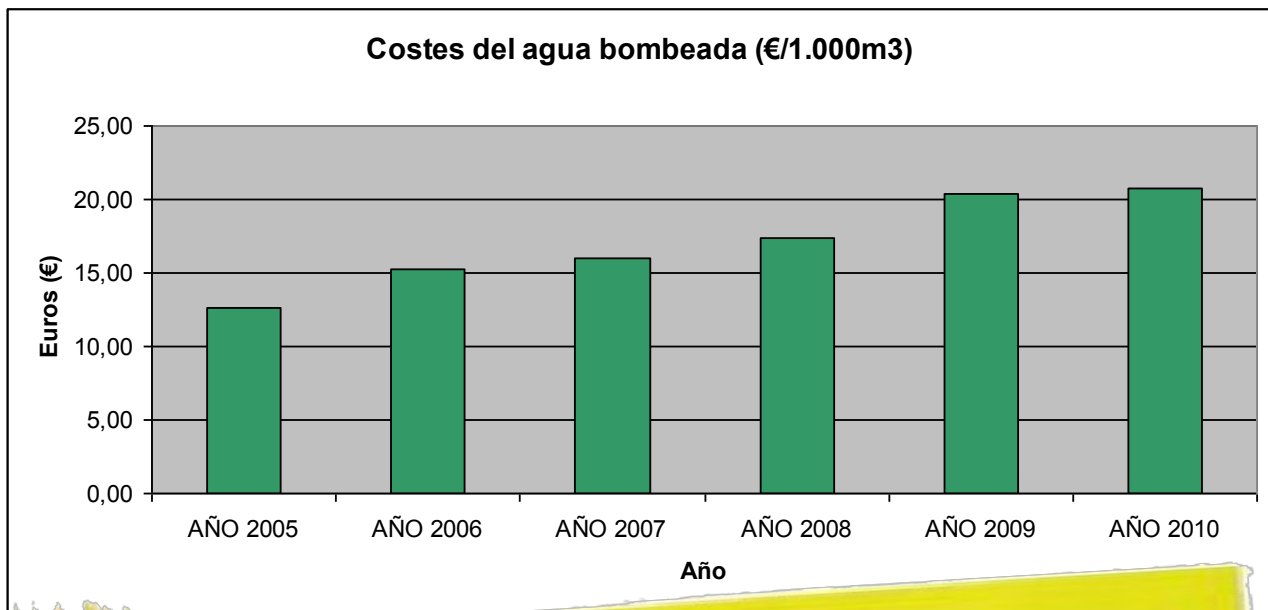
AÑO	AÑO 2005	AÑO 2006	AÑO 2007	AÑO 2008	AÑO 2009	AÑO 2010
<b>Coste (c€/kWh)</b>	6,14	7,44	7,67	7,90	9,74	9,77

**Costes energéticos del agua bombeada (cada 1.000 m<sup>3</sup>)**

El valor de cada 1.000 m<sup>3</sup> cúbicos bombeados se incrementó anualmente entre un 1,5 % y un 20,6 % siendo los aumentos más notables los ocurridos en los años 2006 y 2009. A continuación se muestran los valores tales anuales de este coste (Tabla 3 y representación gráfica).

**Tabla 3**

AÑO	AÑO 2005	AÑO 2006	AÑO 2007	AÑO 2008	AÑO 2009	AÑO 2010
<b>COSTE/1000 m<sup>3</sup> (€/1000m<sup>3</sup>)</b>	12,65	15,26	15,95	17,36	20,43	20,75



## Conclusiones

La potencia contratada se ha mantenido más o menos constante durante los 6 años, variando apenas entre los 4.590 kW y los 4.698 kW, estabilizándose los dos últimos años.

El coste de cada kWh consumido ha experimentado una subida del 59% desde el año 2005 (de 6,14 c€/kWh) hasta el año 2010 (9,77 c€/kWh).

El coste del agua consumida (cada 1.000 m<sup>3</sup>) ha experimentado un aumento anual constante, con un incremento del 64% para los 6 años que comprende el estudio, pasando de casi 13 €/1000m<sup>3</sup> a casi 21 €/1000m<sup>3</sup>.

## Ejemplo para el cultivo de una Ha de alfalfa y maíz

Para comparar el coste energético de estos dos cultivos sólo se calculará el coste energético del agua consumida por cada uno de ellos, pues el resto de costes son independientes del tipo de cultivo.

Considerando unas necesidades hídricas medias de 7.300 m<sup>3</sup>/Ha en el caso de la alfalfa y de 6.170 m<sup>3</sup>/Ha para la zona de Huesca, según datos del CITA (*Faci Gonzalez, J.M. y Martínez Cob, A., "Necesidades de agua de riego de los cultivos de Aragón"*), los costes energéticos para cada uno de los cultivos sería:

### Alfalfa:

Año 2005: 7.300 m<sup>3</sup>/Ha x 12,65 €/1000 m<sup>3</sup> = 92,35 €/Ha

Año 2010: 7.300 m<sup>3</sup>/Ha x 20,75 €/1000 m<sup>3</sup> = 151,44 €/Ha

### Maíz:

Año 2005: 6.170 m<sup>3</sup>/Ha x 12,65 €/1000 m<sup>3</sup> = 78,06 €/Ha

Año 2010: 6.170 m<sup>3</sup>/Ha x 20,75 €/1000 m<sup>3</sup> = 128 €/Ha



# Experiencias de riego por goteo subterráneo para cultivos extensivos

Debido a las restricciones hídricas que se sufren en algunas zonas en la actualidad, junto con el aumento de los costes energéticos, implican un cambio a otros sistemas de riego innovadores como el riego por goteo subterráneo, donde se obtienen rendimientos superiores con un menor consumo de agua y energía.

El objetivo del trabajo ha sido reflejar la experiencia que Mondragón Soluciones ha llevado a cabo en los últimos años con el riego por goteo subterráneo para distintos cultivos extensivos y hortícolas, en las distintas zonas de España.

Los emisores que Mondragón Soluciones ha utilizado para este sistema de riego subterráneo, han sido especialmente innovados y diseñados para trabajar en condiciones distintas a las de un riego por goteo aéreo, teniendo siempre la característica de “antisucción”.

La idea consiste en crear una “malla o red” de emisores por toda la parcela a marcos desde 0,5x0,5 m hasta de 1,5x1,5 m, dependiendo de la textura y estructura del suelo así como de los cultivos, creando una cobertura total subterránea.

Con el sistema de riego por goteo subterráneo para extensivos, obtenemos unas producciones superiores a otros sistemas de riego, con además dos grandes ventajas, el gran ahorro de agua y de energía, al trabajar con menor presión. Con unos costes de instalación similares a los que se mueven en sistemas de riego por aspersión.

## Introducción, Objetivos.

Los regadíos en España, siguen avanzando tecnológicamente, gracias a una mejora constante de los materiales de riego, con el fin de contribuir al ahorro de agua y energía para la conservación de una agricultura sostenible y de calidad, así como a la conservación del medio ambiente.

Por todo ello, en España se incrementan de forma paulatina, las hectáreas de regadío de aspersión y de riego localizado en detrimento del riego por inundación, ya que son sistemas de riego que por lo general consumen menos recursos hídricos o en los que la eficiencia de los riegos aumenta, lo que conlleva un ahorro energético significativo.

Este cambio podemos observarlo perfectamente en los regadíos de cultivos extensivos, donde el riego por excelencia era el riego por gravedad seguido del riego por aspersión, pero con las restricciones hídricas de los últimos años así como por el aumento de los costes energéticos, se han ido sustituyendo por sistemas innovadores como el riego por goteo subterráneo, obteniendo los mismos rendimientos con menor consumo energético.

El objetivo del presente trabajo, no es otro que reflejar la experiencia que Mondragon Soluciones ha llevado a cabo en los últimos años con el riego por goteo subterráneo para distintos cultivos extensivos y hortícolas.

## Materiales y Métodos

Las experiencias han sido varias en los últimos años, sobre distintos cultivos y en distintas zonas de España. Han sido varias las parcelas sobre las que se han realizado experiencias e incluso ya explotaciones con un tamaño más que significativo y durante bastantes años, donde se ha reflejado el resultado de este innovador sistema de riego.

En la tabla nº1 se indican las distintas localizaciones y parcelas en las que se ha instalado el sistema de riego por goteo subterráneo en forma de cobertura total. Todas las parcelas tienen suelos francos y en

algún caso más arcilloso para lograr que la humedad ascienda hacia arriba y conseguir superficies mojadas mayores, así como un buen solape entre los bulbos. Lo que nos proporciona el estar mojando toda la superficie del suelo “en profundidad”, necesario para cultivos extensivos.

Tabla nº1. Relación de experiencias realizadas en riego por goteo subterráneo.

Año Instalación	Localización	Has	Cultivos.
2001	Albacete	0,5	Patata, pimiento, cebada.
2003	Teruel	9,5	Maíz, veza, cebada y alfalfa.
2008	Toledo	1,5	Maíz, Adormidera, trigo.
2010	Sevilla	1,0	Tomate.
2011	Huesca	5,5	Maíz, Alfalfa

Los goteros utilizados han sido en todos los casos, emisores innovados especialmente para riego subterráneo, (fabricados y diseñados por Mondragon Soluciones), con la característica de “antisucción”, ya que el cierre del emisor para evitar la succión y entrada de suciedad al interior del emisor una vez terminado el riego, es muy importante para el correcto funcionamiento.

En la tabla nº2 se relacionan los materiales empleados en cada unas de las parcelas donde se ha instalado el innovador sistema de riego, donde se observa que se utilizan en todos los casos emisores de bajo caudal, y con las separaciones entre ellos adecuadas, para conseguir los marcos comentados jugando con la separación entre líneas. Con el objetivo final de conseguir según el tipo de terreno, aportar las necesidades del cultivo, mojando toda la superficie y consiguiendo un riego eficiente para extensivos.



Tabla nº2. Relación de emisores empleados para riego por goteo subterráneo.

Localización	Material de riego	Régimen del emisor	Medidas ( $\varnothing_{int}$ x $\varnothing_{ext}$ )	Caudal emisor (l/h)	Separación emisores (m)
Albacete	Vip AS	Autocompensante	13,6 x 16,0	2,3	0,75
Teruel	Twin Plus AS	Autocompensante	15,5 x 17,5	1,8	0,50
Toledo	MS Drip AS	Turbulento	15,5 x 16,5	1,5	0,50
Sevilla	Twin Plus AS	Autocompensante	17,6 x 20,0	1,8	0,50
Huesca	Twin Plus AS	Autocompensante	15,5 x 17,5	1,8	0,60
Huesca	MS Drip AS	Turbulento	15,5 x 17,0	1,5	0,40

La idea consiste en crear una “malla o red” de emisores por toda la parcela a marcos desde 0,5x0,5 m hasta de 1,5x1,5 m, dependiendo de la textura y estructura del suelo, así como de los cultivos, creando una cobertura total subterránea.

Un esquema de la forma de instalar este sistema de riego se muestra en la figura nº 1 y nº2, donde a simple vista parece un riego por aspersión en forma de cobertura total, ya que la base es esta,

pero con emisores de riego por goteo, instalados a una profundidad entre los 35-40 cm. De forma que se consigue mojar toda la superficie del suelo mediante el solape de los bulbos que crean estos emisores mediante un adecuado manejo del riego.

Por lo que el uso de uno u otro emisor (turbulento o autocompensante), una separación u otra entre emisores y ramales, nos lo marcan los desniveles de la parcela y el tipo/textura de suelo.

Figura 1. Esquema de montaje de los colectores de limpieza del sistema de riego subterráneo.

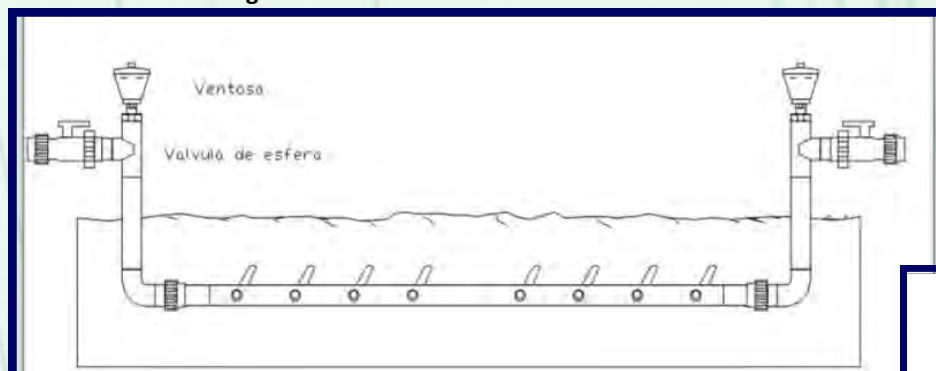
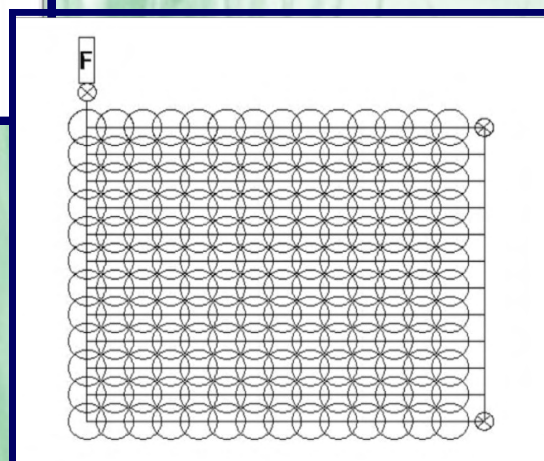


Figura 2. Esquema de montaje del sistema de riego subterráneo.



Los elementos de los que se compone cada una de las instalaciones de las experiencias son:

- Un filtro de malla automático con un grado de filtración de 100-130 micras. Igual que cualquier instalación de riego por goteo.
- Válvulas de corte de sector y de la red general como cualquier instalación de riego. Bien automatizado o manual.
- Ventosas en cada sector y en el cabezal.
- Válvulas de limpieza en cada sector en la parte final de los ramales como se muestra en la figura nº1. Estas nos permitirán el mantenimiento de la instalación
- Colectores de alimentación y de limpieza que unen los laterales de riego.
- Los laterales de riego con emisor “antisucción” y diseñados especialmente para riego subterráneo (los mostrados en la tabla nº2).
- Cabezal de fertirrigación, compuesto en unos casos por dosificadoras eléctricas de pistón y en otros por dosificadoras hidráulicas. Nos permitirá aprovechar el sistema de riego para abonar los cultivos con una gran eficiencia y a la vez dar tratamientos preventivos y de mantenimiento a nuestro sistema de riego.
- Contador y tomas manométricas. Serán nuestros puntos de control de la instalación.

La instalación del sistema se ha realizado mediante un subsolador adaptado, aperi que consta de un carrete donde se ubica la tubería porta goteros y un tubo soldado a la parte posterior de la reja por donde se introduce la tubería al suelo, a una profundidad de unos 35-40 cm, como se muestra en las figuras nº3 y nº4.



Figura 3. Aperi para instalación de tubería emisora



Figura 4. Profundidad de la tubería

El riego aplicado con este innovador sistema de riego, se ha realizado, teniendo en cuenta las necesidades de los cultivos en base a las condiciones meteorológicas de la zona y los estados fenológicos de los diferentes cultivos. Tomando como datos de referencia para las ET los datos proporcionados por los servicios de asesoramiento al regante de cada zona (véase tabla nº3).

En alguna de las parcelas se ha comparado este novedoso sistema de riego por goteo subterráneo, con sistemas de riego por aspersión y también, de riego por goteo localizado pero aéreo, para el mismo cultivo y en parcelas colindantes; obteniendo una comparativa con diferencias muy significativas en cuanto a las necesidades (véase tabla nº3).

A parte para el cálculo de las necesidades de los cultivos y por tanto de las dosis de riego a aplicar, se tenían en cuenta los coeficientes de uniformidad de los distintos sistemas de riego conforme se muestran en la tabla nº3 (página siguiente).

## Manejo de sistemas de riego

Tabla nº3. Ejemplo de las diferencias en las necesidades de cultivo de maíz y coeficientes de uniformidad (CU) para los distintos sistemas de riego en la parcela de Toledo.

Sistema de riego	CU (%)	Necesidades Cultivo (SIAR) (mm)	% Diferencia aplicación agua respecto a aspersión	Riego aplicado real (mm)	% Diferencia aplicación agua respecto a recomendado	% Diferencia aplicación agua respecto a subterráneo
Cobertura por aspersión	85%	812	-	925	+12,2%	29,2%
Riego Localizado Aéreo	90%	767	-5,5%	792	+3,2%	17,3%
Riego Localizado Subterráneo	95%	719	-11,5%	655	-9,8%	-

Además en este caso hay que tener en cuenta la diferencia de presiones nominales de trabajo de cada uno de los sistemas de riego, ya que la aspersión trabajaba con 4,5 bar en hidrante valor muy superior a los 2,8 bar del riego localizado, datos importantes a la hora de valorar el coste energético.

En este ejemplo los rendimientos fueron bastantes similares en los tres sistemas pese a que en el caso del riego subterráneo no se aplicaron las necesidades de agua recomendadas, en cuyo caso cabe pensar se obtendrían rendimientos superiores.

### Resultados y Discusión

Respecto a los resultados obtenidos en las parcelas con este innovador sistema de riego por goteo subterráneo en cuanto a **rendimientos** de los cultivos, han sido siempre valores mayores que los obtenidos con otros sistemas de riego como la aspersión ó el riego por goteo aéreo como se ve reflejado en la tabla nº 4.

Tabla nº4. Comparativa de rendimientos (Kg/ha) de los distintos cultivos con los distintos sistemas de riego.

Cultivo / Sistema de Riego	Riego por aspersión. (Kg/ha)	Riego Localizado Aéreo. (Kg/ha)	Riego Localizado Subterráneo. (Kg/ha)
Cebada.	4.100	-	4.500
Maíz grano.	11.000	11.500	12.000
Patata.	20.800	-	23.400
Pimiento (pimentón) en seco.	5.000	-	8.354
Tomate	-	98.000	117.000
Alfalfa deshidratada 12% humedad.	(5 cortes) 13.500	-	(5,5 cortes) 14.850
Veza (forraje seco).	6.400	-	7.800
Adormidera	400	-	1.000



Otro resultado muy a tener en cuenta que se ha obtenido con el sistema de riego por goteo subterráneo, es un **ahorro de agua** muy importante respecto a otros sistemas de riego (localizado aéreo, aspersión, inundación), valores que oscilan en torno a un 10-40% menos de agua según el sistema comparado.

Son resultados debidos a la mayor eficiencia y uniformidad del sistema de riego por goteo subterráneo, donde el cultivo aprovecha mucho mejor el agua aportada, así como los nutrientes aportados por dicho sistema mediante la **fertirrigación** que este sistema también posibilita.

Ya que estamos aportando los nutrientes directamente a la zona de absorción radicular de los cultivos y no existen tantas pérdidas de nutrientes.

Además es muy a tener en cuenta el **ahorro energético**, si comparamos el sistema de riego por goteo subterráneo frente a un sistema de riego por aspersión, ya que la diferencia en coste energético que supone impulsar el agua a 4,5 bar, frente a 2,8 baren hidrante es muy alta.

A la vez que al tener que bombear menos agua debido a su menor consumo también estamos teniendo un ahorro energético.

Se ha observado además que la **estructura** del suelo mejora puesto que el ascenso del agua por capilaridad hace que el suelo no se compacte tanto y esté más esponjoso, facilitando las labores y la nascencia de los cultivos. Aparte no se tiene ninguna escorrentía como puede suceder con riegos por aspersión.



Figura 5. Resultados en alfalfa.

Se considera la **evaporación** nula o casi nula, sólo en el caso de riegos excesivos, que se pueden observar manchas de agua en la superficie. Además al no mojar la superficie el problema de las **malas hierbas** disminuye considerablemente, notando mucho las diferencias en sistemas de riego por aspersión respecto al subterráneo, teniendo por tanto otro ahorro en coste en cuanto al uso de herbicidas.

En la mayoría de los cultivos la **sanidad** de los mismos y de la cosecha es mucho mejor al no mojarse el cultivo como ocurre en la aspersión. No teniendo problemas por hongos y aparte permite aplicar fungicidas en el suelo para prevenir el ataque de algunos. Se ha observado un grano en los cereales y una planta más sana. Además de obtener un grano en cultivos como el maíz, con **menor grado de humedad**, parámetro que penaliza el precio de este cultivo. Lógico ya que no estamos mojando en ningún momento el fruto.

Al ser un sistema totalmente enterrado no tenemos **obstáculos**, facilitando las labores e incluso aplicarlas cuando el sistema está regando. A parte tiene mayor **duración** que por ejemplo un sistema de riego por goteo aéreo, al no estar expuesto al **sol** ni las **heladas**. E incluso evita el **vandalismo** que se ha observado en otras parcelas vecinas o el ataque de **roedores**.

Tenemos la única **limitación** de que no es apropiado para terrenos muy arenosos ya que es muy complicado solapar bulbos y mojar toda la superficie así como que el agua suba por capilaridad. A parte no se considera limitación las labores profundas de más de 30cm, ya que en estos años de experiencia se ha visto que se pueden manejar estos cultivos con otro tipo de labores culturales, (siembra directa, labores de grada, etc...) sin sufrir por ello penalizaciones en rendimientos, sino todo lo contrario se mejora el terreno y tenemos un gran ahorro energético cara a combustibles.

El uso de uno u otro emisor y el marco de instalación nos define al final el **coste** por hectárea de la instalación, que se ha comprobado es un coste similar al

coste por hectárea de una instalación de cobertura total enterrada de aspersión.

## Conclusiones y Recomendaciones

Podemos concluir que con el sistema de riego por goteo subterráneo para extensivos donde es posible aplicarlo, tenemos muchas ventajas sobre otros sistemas de riego, obteniendo no solo unas producciones superiores, sino que estamos consiguiendo un gran ahorro de agua y de energía.

Actualmente, mediante la mejora de los materiales plásticos y concretamente de los goteros, el riego por goteo subterráneo es el futuro del riego en los próximos años. Ya que la experiencia de los últimos años demuestran que es viable y es una realidad, con grandes ventajas económicas en cuanto a rendimientos, costes, ahorro energético y de agua, un bien cada vez más valorado, con la particularidad de que el coste de instalación por hectárea es similar al de otros sistemas de riego.

## Agradecimientos

Se agradece la colaboración en la aportación de los datos de campo, a los gestores de las distintas parcelas que han hecho posible este trabajo, así como al departamento comercial de Mondragon Soluciones por su dedicación y seguimiento.

## Bibliografía.

Fuentes Yagüe, J.L., 2003. Técnicas de Riego. 4ª Edición. Mundiprensa.

Arviza Valverde, J., 1996. Riego Localizado. Servicio Publicaciones Universidad Politécnica de Valencia.

Martínez López, F. J.<sup>1</sup>

Ingeniero Agrónomo. Director Comercial. Mondragon Soluciones. P.I. Mediterráneo, C/Fila, 5. Albuixech (Valencia). 46550.

[fjm\\_lopez@mondraconsoluciones.com](mailto:fjm_lopez@mondraconsoluciones.com).

## Actividades de Formación de la Oficina del Regante

**El plazo de inscripción para las actividades de formación de la Oficina del Regante finalizará en marzo. Ponte en contacto con nosotros. Organizaremos un curso**

Durante el último trimestre la Oficina del Regante ha impartido tres cursos de formación, destinados al personal de mantenimiento de las instalaciones de riego de las Comunidades de Sodeto y Alberuela de Tubo, Curve, Poleñino, Montesusin, Villanueva de Sigena, Lalueza, Barbastro y Belchite.

Por otra parte se ha impartido un curso de formación para los regantes de la Comunidad de Regantes de Mont Blanc en el cual se ha explicado a los asistentes las herramientas que la Oficina del Regante pone a su disposición para poder programar el riego en función de la dosis recomendada a través de su página web.

Además, se mostró el funcionamiento de las sondas de humedad tomando como ejemplo la experiencia desarrollada en la Finca de la Alfranca.

La Oficina del Regante finaliza el año habiendo organizado diversas actividades formativas dirigidas a más de treinta Comunidades de Regantes.



Los asistentes valoran muy positivamente este tipo de actividades de formación, cuya demanda va en aumento a juzgar por el número de asistentes y la cantidad de jornadas impartidas.

A través de las encuestas de calidad de los cursos, se obtiene una puntuación media por parte de los asistentes de cuatro puntos sobre cinco.

## A partir de ahora, los cursos se impartirán en la Finca La Alfranca

A partir de ahora las actividades de formación dirigidas a las Comunidades de Regantes serán impartidas en la finca de La Alfranca.

La idea es que los asistentes a los cursos conozcan de primera mano las instalaciones de riego de la finca, recientemente modernizada.

Ésta dispone de un edificio dotado de aulas acondicionadas con medios audiovisuales para impartir estas actividades.

Anexa a las aulas, se encuentran las parcelas de cultivo modernizadas y la estación de bombeo. Ya son varias las Comunidades que se han acercado a visitarla y esperamos que en un futuro sean muchas más.





## Control proactivo del Mejillón Cebra

En cualquier captación de agua en un río colonizado por mejillón cebra, una forma eficiente de prevención de la invasión de las instalaciones es la utilización de filtros. Consiste en interponer una barrera física, un filtro con un determinado tamaño de poro, impidiendo el paso de larvas con un tamaño superior al de dicho poro. El primer estadio larvario del mejillón cebra, la larva trocófora, tiene un tamaño entre 57 y 121 $\mu\text{m}$ , con lo que podemos deducir, que un filtro con un tamaño de poro de 50 $\mu\text{m}$  retendría el 100% de las larvas de mejillón cebra.

Para poder evaluar este sistema, la empresa STF-filtros, instaló un equipo de filtración en la impulsión de una infraestructura de riego que se aprovisiona de agua del embalse de Mequinenza. Este equipo consta de dos filtros, de 50  $\mu\text{m}$  y 25  $\mu\text{m}$ . Se instaló a la salida de ambos filtros un grifo para poder recoger muestras de agua, las cuales se analizan para ver la concentración de larvas.

A lo largo de los meses de Junio y Julio del presente año, se han realizado cinco muestreos, tomando en cada uno de ellos muestras de agua de diferentes puntos (balsa de acumulación, salida de ambos filtros, agua de lavado de estos y dos profundidades, 5m y 10m, en el embalse junto a la captación).

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

En las muestras de agua del embalse, se encontraron altas concentraciones larvarias. En concreto, a 5m de profundidad, pudimos encontrar concentraciones que oscilaban entre 83 y 295 larvas/litro y a 10m de profundidad, concentraciones entre 45 y 238 larvas/litro. Con estos datos, nos aseguramos de la existencia de una alta concentración de larvas en la zona de captación, lo que nos permite poder valorar eficazmente el filtro.

En la salida del filtro de 50  $\mu\text{m}$ , pudimos observar una concentración larvaria entre 1,5 y 24 larvas/litro, lo que nos indica que algunas

de las larvas pasaron a través de este tamaño de poro. En cambio, a la salida del filtro de 25 $\mu\text{m}$ , no se observó ninguna larva.

En el agua de lavado de ambos filtros, las concentraciones larvarias eran muy elevadas.

En la balsa de acumulación, no se encontraron larvas en ninguno de los muestreos.

Además de los análisis directos de muestras de agua, también se colocó en la balsa de acumulación, un soporte con 16 placas de colonización de dos materiales distintos (PVC y poliéster) de 12x12cm, para comprobar el riesgo de asentamiento de mejillón cebra. El soporte estuvo colocado en la balsa durante tres meses y medio. No sé detecto presencia de mejillón cebra en estas placas de colonización.

Con estos resultados obtenidos, podemos llegar a la conclusión de que parte de las larvas de mejillón cebra pueden atravesar el filtro de 50 $\mu\text{m}$ , como se deduce de la presencia de larvas en la salida del filtro de 50 $\mu\text{m}$  y en el agua de lavado del filtro de 25 $\mu\text{m}$ . Aquellas larvas que consiguen atravesar el filtro de 50 $\mu\text{m}$ , no parece que puedan superar el siguiente de 25 $\mu\text{m}$ , ya que el agua a la salida de este filtro, el agua de la balsa de acumulación y las placas de colonización dan resultados negativos.



## La nueva cara del Boletín de Información al Regante



El boletín , que hasta ahora se editaba en papel, se enviará a los usuarios vía mail. Con ello la Oficina del Regante pretende, por un lado, ahorrar papel y coste económico de la revista como medida de reducción del gasto, y por otro, conseguir que entre todos nos adaptemos a nuevos formatos y perfiles tecnológicos, pudiendo así dar una mayor difusión a la publicación, llegando a un mayor número de usuarios.

De esta manera, este ejemplar digital, que cuenta ya con 4.000 usuarios, se une al ya existente **e-boletín** y que recibe cada mes en su correo electrónico.

Ambos boletines podrán ser consultados a través de nuestra página web (<http://servicios.aragon.es/oresa//>), que cuenta con más de 2000 usuarios y a través de sus perfiles en las redes sociales, donde cuentan con más de 300 agregados.

### Cómo recibirlo en tu correo

Si quieres seguir recibiendo el boletín de la oficina del regante, hay varias formas de hacerlo. Solo tienes que suscribirte a nuestra página web (<http://servicios.aragon.es/oresa//>), o puedes enviarnos un correo a esta dirección ([oficinaregante@sirasa.net](mailto:oficinaregante@sirasa.net)), solicitando la suscripción al boletín de información al regante e indicando la dirección de correo electrónico en la cual deseas recibirlo.

## El CIAR y sus apariciones estelares en Aragón TV

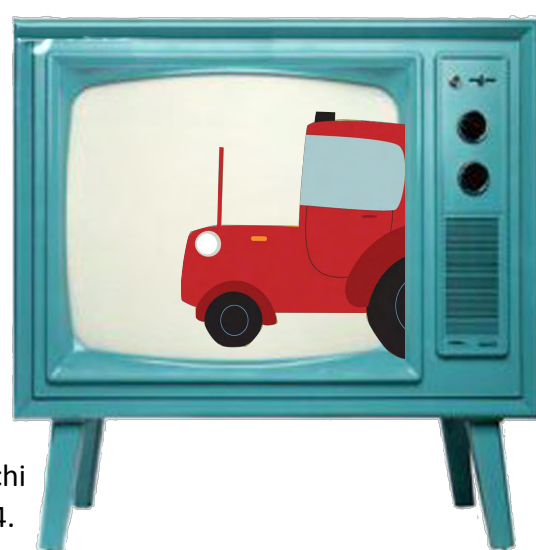
El pasado mes de noviembre el Ciar fue uno de los centros educativos más televisivos, ya que en dos ocasiones los periodistas de Aragón TV vinieron a visitarnos para ver cómo eran nuestras actividades.

La primera de las ocasiones fue en la celebración del taller de disfraces para Halloween, y en la segunda los reporteros se trasladaron a la Feria ExpoPastriz, en donde el CIAR colaboró mediante la organización de un par de talleres para los más pequeños.

Si estáis interesados en ver los vídeos podéis pinchar al dibujo de la tele que os llevará a la página web donde los hemos colgado. Si alguno lo quiere tener de recuerdo podéis solicitárselo a Conchi Gil ([cgil@sirasa.net](mailto:cgil@sirasa.net)) y os lo pasa por correo adjunto en formato MP4.

### ¡Más de 17.400 visitas!

Además queríamos informaros que el CIAR ya ha superado las 17.400 visitas este año, cifra record desde su apertura a la espera todavía de finalizar el periodo anual. De esta forma, el aumento será cercano a un 10% con respecto a 2010. ¡ Muchas gracias a todos!



Adela

Javier

Carlos

Conchi

José M<sup>o</sup>

Belén

Alfonso

Jorge H.

Antonio

Jorge

Elena

*El equipo de la Oficina del Regante, desea a sus lectores felices fiestas y feliz año nuevo para todos y vuestras familias.*

Sus datos personales se obtienen para formar parte de ficheros responsabilidad de SOCIEDAD DE INFRAESTRUCTURAS RURALES ARAGONESAS SA, único destinatario de la información en parte aportada voluntariamente por usted, en parte obtenida de la Corporación de Derecho Público (Comunidad de Regantes) de la cual usted forma parte. Estos ficheros se utilizan para gestionar el envío de nuestros boletines informativos y/o revistas, así como para el envío de información (incluido por medios electrónicos o equivalentes), acerca de actividades o eventos en los que participe la entidad que pudieran ser de su interés, lo cual no podría llevarse a cabo sin los datos personales. Los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición podrán ser ejercidos mediante escrito dirigido a:

Plaza Antonio Beltrán Martínez 1, edificio Trovador, planta 3<sup>a</sup>-5002 Zaragoza (ZARAGOZA) [lopd@sirasa.net](mailto:lopd@sirasa.net)

Edita: