

Análisis del uso del agua y productividad para la gestión de campos de golf en la zona sur de la Comunidad Valenciana

A. Ruiz Canales¹, J.M. Molina Martínez², I. Soria Martínez¹, A. Barba Teodoro¹, A. Maciá Fur¹, A. Melián Navarro³

¹Carretera de Beniel Km 3,2, 03312 Orihuela. (Alicante). Universidad Miguel Hernández, Departamento de Ingeniería. EPSO. acanales@umh.es.

²Campus Alfonso XIII, 48, 30203 Cartagena (Murcia). Universidad Politécnica de Cartagena, Grupo de Investigación en Ingeniería Agromótica y del Mar. ETSIA. josem.molina@upct.es.

³Carretera de Beniel Km 3,2, 03312 Orihuela. (Alicante). Universidad Miguel Hernández, Departamento de Economía Agroambiental. EPSO. amparo.melian@umh.es.

Palabras Clave: instalaciones deportivas; eficiencia de riego; ahorro de agua, ahorro de costes.

Resumen

En la mayoría de las instalaciones de riego a presión en general y en particular en las de campos de golf, es necesaria una gestión eficiente del uso del agua. Mediante una gestión eficiente del agua, se controlan los consumos excesivos de este recurso y se puede llegar a conseguir un ahorro en los costes de explotación.

Una de las herramientas que permiten controlar y diagnosticar el consumo hídrico es el uso de indicadores de gestión. Mediante este tipo de herramientas se pueden controlar diversos parámetros que influyen en la eficiencia del uso del agua de los equipos de bombeo y en la configuración de la red hidráulica.

En esta comunicación se muestra la aplicación de una serie de indicadores del uso del agua y su productividad adaptados a tres campos de golf en el sur de la Comunidad Valenciana. Para ello, se presentan algunos datos de un estudio llevado a cabo entre 2009 y 2010 en las instalaciones de riego de los citados campos de golf y su influencia en la mejora de la eficiencia del uso del agua.

Para el desarrollo del trabajo se utilizaron algunos de los indicadores del uso y productividad del agua y aplicados a tres campos de golf. Estos indicadores permitieron comparar la situación de la gestión del uso del agua y su productividad en tres casos de estudio. Se empleó parte de la metodología propuesta por Rodríguez et al. en 2010.

La metodología empleada se muestra muy adecuada para comparar las instalaciones de riego de diversos campos de golf. Mediante técnicas de benchmarking y un número superior de casos de estudio es posible establecer comparativas más específicas y detectar los puntos críticos de las instalaciones de riego de campos de golf.

INTRODUCCIÓN

En las instalaciones de riego y en particular en las instalaciones de riego de campos de golf, es necesaria una gestión eficiente del uso del agua. Se trata de controlar los consumos excesivos de agua y conseguir un ahorro en los costes de explotación. Una herramienta que permite controlar y diagnosticar el consumo hídrico es el uso de indicadores de gestión. Así se controla el uso del agua en el bombeo y la red hidráulica.

En esta línea, en 2001, el grupo de la IPTRID (International Programme for Technology and Research in Irrigation and Drainage), desarrolló un método para mejorar la gestión y eficiencia de los sistemas de riego por comparación con un patrón de referencia o “benchmarking” (Malano y Burton, 2001). Se aplicó a escala mundial y

se establecieron directrices en diferentes zonas (Malano et al., 2004, Clemmens, 2006): España (Rodríguez et al., 2004a y 2004b), Australia (Alexander y Potter, 2004), China (Li, 2003), Francia (Polge et al., 2006), India (Malana et al., 2006), Paquistán (Ruiz-Carmona et al., 2006) y Turquía (Cakmak et al., 2004).

Su aplicación a campos de golf fue propuesta por Rodríguez et al., 2010 para el uso del agua. Ruiz Canales et al, propusieron en 2010 incluir indicadores del uso de la energía. Por el control periódico de estos indicadores se puede determinar el consumo de una instalación de riego y proponer medidas correctoras para conseguir ahorros.

Se aplican indicadores del uso del agua y productividad adaptados a tres campos de golf en el sur de la Comunidad Valenciana. Se muestra un estudio más extenso llevado a cabo entre 2009 y 2010 en las instalaciones de riego de los citados campos de golf.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se empleó parte de la metodología propuesta por Rodríguez et al. en 2010. Se determinaron indicadores del uso y productividad del agua. Los datos de gestión se obtuvieron para las campañas de 2008 y 2009 en tres campos de golf. La mayoría de estas instalaciones de riego están constituidas por una red mallada con derivaciones que alimentan a una red de aspersores emergentes. Las redes principales parten de un cabezal de riego, con un sistema de bombeo y programador de riego. El agua es aspirada directamente desde un lago y se impulsa a la red de distribución.

Los indicadores del uso del agua evalúan el consumo real en el campo y lo relacionan con las necesidades hídricas teóricas del césped y la climatología. También determinan la capacidad de los sistemas de riego para suministrar el agua adecuadamente. A éstos se les añadieron otros de tipo financiero (Rodríguez et al., 2010).

Los indicadores empleados se muestran en las Tablas 1 y 2 y además:

- Suministro relativo de agua (RWS): cociente entre el volumen total de agua que entra al sistema (m^3) y la evapotranspiración (ETc) de los cultivos (m^3).

- Suministro relativo de agua de riego (RIS): Cociente entre el volumen total de agua que entra al sistema (m^3) y la suma de ETc y precipitación efectiva útil.

- Potencial máximo de déficit de humedad del suelo (mm) (Tabla 1): PSMD max valor máximo por día (PSMD(i)) anual (mm); PSMD(i) potencial de déficit de humedad en el suelo diario i (mm); PSMD(i-1) potencial de déficit de humedad en el suelo en el día anterior i-1 (mm); ET(i) evapotranspiración potencial en el día i, en mm; P(i) precipitación diaria i, en mm.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El volumen de agua aplicada al riego en los campos estudiados es considerable (entre 240.000 y 400.000 m^3 , Tabla 1) por escasez de precipitaciones de la zona (entre 69.000 y 122.000 m^3 en la época de la toma de datos, Fig 1) y elevada evapotranspiración. Es necesario suministrar una cantidad de agua adicional para cubrir las necesidades de los céspedes. También se refuerza esa idea con los valores del potencial máximo de déficit de humedad del suelo (Tabla 1). Todo ello influye considerablemente en el suministro de agua de riego anual por superficie regada, que varía entre 6.000 $m^3 \cdot ha^{-1}$ y 8.900 $m^3 \cdot ha^{-1}$, como en algunos frutales de regadío (cítricos).

Según la gestión del uso del agua en la instalación de riego, en primer lugar, el indicador RWS advierte que las necesidades hídricas del césped no se han cubierto adecuadamente. También, el RIS ha registrado un valor bajo, con lo cual el riego ha sido deficitario. La garantía de suministro del agua es baja en las épocas estivales en los

tres campos estudiados y por ello se riega por debajo de las necesidades en el cómputo anual. Según la Tabla 2, la energía influye en el coste del agua considerablemente. Al dividir el coste energético entre el del manejo del sistema oscila entre el 64% y el 32%.

En los campos estudiados se practica riego deficitario por causas variadas (falta de garantía de suministro, precios elevados del agua, adecuación de programación riego,...).

La dependencia energética es considerable en los campos estudiados. Esta conclusión está relacionada con la anterior, ya que por las condiciones climáticas es necesario el riego durante todo el año y el riego va ligado a la energía.

La metodología empleada es muy adecuada para comparar instalaciones de riego en diversos campos de golf. Mediante benchmarking y más casos de estudio se pueden comparar y detectar los puntos críticos de las instalaciones de riego de campos de golf.

Referencias

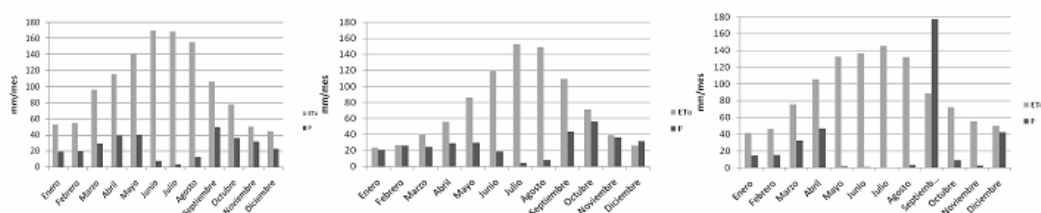
- Alexander, P. J., Potter, M.O., 2004. Benchmarking of Australian irrigation water provider businesses. *Irrigation and Drainage* 53, 165-173.
- Cakmak, B., Beyribey, M. Ersoy, Y. Kodal, S., 2004. Benchmarking performance of irrigation schemes: a case study from Turkey. *Irrigation and Drainage* 53, 155-163.
- Clemmens, A.J. 2006. Improving irrigated agriculture performance through an understanding of the water delivery process. *Irrigation and Drainage*, 55 (3): 223-234.
- Li, Y.H. 2003. Increasing agricultural water productivity to manage water scarcity in China. *Journal of experimental Botany*, 54: 32-32.
- Malana, N.M.; Malano, H.M. 2006. Benchmarking productive efficiency of selected wheat areas in Pakistan and India using data envelopment analysis. *Irrigation and Drainage*, 55 (4): 383-394.
- Malano, H., Burton, M. 2001. Guidelines for benchmarking performance in the irrigation and drainage sector. IPTRID Secretariat. FAO, Rome. 44 pp.
- Malano, H., Burton, M., Makin, I., 2004. Benchmarking performance in the irrigation and drainage sector: a tool for change. *Irrigation and Drainage* 53, 119-133.
- Polge, M., Villocel, A., Onimus, F. 2006. Monitoring and comparison of performance on French community irrigation schemes. *Irrigation and Drainage*, 55 (3): 311-325.
- Rodríguez, J.A., Weatherhead, E.K., García Morillo, J., Knox, J.W. 2010. Benchmarking irrigation water use in golf courses - a case study in Spain. *Irrigation and Drainage*. DOI: 10.1002/ird.578
- Rodríguez, J. A., Camacho, E., López, R., 2004a. Applying benchmarking and data envelopment analysis (DEA) techniques to irrigation districts in Spain. *Irrigation and Drainage* 53, 135-143.
- Rodríguez, J.A., Camacho, E., López, R., Pérez, L., Roldán, J. 2004b. Indicadores de gestión: una herramienta para el análisis de las comunidades de regantes. CD de comunicaciones, XXII Congreso Nacional de Riegos, Logroño, La Rioja.
- Ruiz-Carmona, V.M., Ojeda-Bustamante, W., Contijoch, M. 2006. Rapid appraisal process of a typical Pakistan's irrigated system. *Ingeniería Hidráulica en México*, 21 (3): 43-56.
- Ruiz Canales, A., González María, E., Rodríguez Díaz, J. A., Molina Martínez, J. M., Melián Navarro, A. 2010. Automatización y telecontrol de la gestión del riego para la mejora de la eficiencia energética en proyectos de campos de golf. Montajes e instalaciones. Año 40, N° 450, 42-48.

Tabla 1. Indicadores del uso del agua.

USO DEL AGUA	INDICADORES	ESPECIFICACIONES	CAMPO 1	CAMPO 2	CAMPO 3
	1.1. Volumen total de agua adquirida por el campo de golf (m^3)	Volumen total de agua de riego medida a la entrada del campo de golf. Puede resultar la suma de los volúmenes de las diferentes fuentes de suministro de agua de riego: agua depurada, desalinizada,...etc.	296.630,00	320.000,00	439.634,00
	1.2. Volumen total de agua aplicada al riego (m^3)	Volumen total de agua aplicada para satisfacer las necesidades hídricas del campo.	282.693,00	240.000,00	400.616,00
	1.3. Volumen total de agua que entra al sistema (m^3)	Suma del agua de riego recibida más la lluvia efectiva.	347.421,00	442.748,00	470.552,00
	1.4. Suministro de agua de riego por unidad de área regada ($m^3 \cdot ha^{-1}$)	$\frac{\text{Volumen de agua recibida}}{\text{Área total regada}}$	7.439,28	6.000,00	8.902,58
	1.5. Suministro de agua de riego aplicada por hoyo ($m^3 \cdot hoyo^{-1}$)	$\frac{\text{Volumen de agua recibida}}{\text{Número de hoyos}}$	15.075,16	13.333,00	22.256,44
	1.6. Suministro relativo de agua (RWS)		0,80	0,90	0,95
	1.7. Suministro relativo de agua de riego (RIS)		0,58	0,72	0,94
	1.8. Potencial máximo de déficit de humedad del suelo (mm)	$PSMD \max; PSMDi = PSMDi - I + ETi - Pi$	725,00	762,42	990,73

Tabla 2. Indicadores financieros.

FINANCIEROS	INDICADORES	ESPECIFICACIONES	CAMPO 1	CAMPO 2	CAMPO 3
	4.1. Coste del manejo del sistema por volumen de agua de riego aplicada ($€ m^{-3}$)	$\frac{\text{Costes totales de manejo}}{\text{Volumen total de agua aplicada al riego}}$	0,15	0,39	0,19
	4.2. Coste energético por volumen de agua empleada para riego ($€ m^{-3}$)	$\frac{\text{Coste energético}}{\text{Volumen total de agua aplicada al riego}}$	0,07	0,25	0,06

Fig. 1. Precipitación (gris oscuro) y evapotranspiración de referencia (gris claro) en $mm \cdot mes^{-1}$ en los campos 1, 2 y 3 respectivamente.