

# Metodología para el análisis del retorno de la inversión en cubiertas fijas para sombreado de balsas de regadío. Aplicación a un caso práctico

MARIO GARCÍA GIRONÉS (\*) y VICTORIANO MARTÍNEZ ÁLVAREZ (\*\*)

**RESUMEN** La pérdida de agua por evaporación en balsas de regulación de riego es un problema que en zonas áridas, como en la cuenca mediterránea, puede llegar a ser de notable importancia económica y social. Sirva como dramático ejemplo, que las pérdidas por evaporación, en balsas descubiertas y expuestas a la intemperie, en la zona de Murcia, oscilan entre 1.600 y 2.000 mm, lo que equivale a un total de 60 hm<sup>3</sup> de agua evaporada.

La reducción de las pérdidas de agua por evaporación debe enfocarse desde una doble perspectiva. Actuando sobre la construcción masiva de balsas de regadío, por parte de los propios agricultores, y a través de la adopción de técnicas específicas destinadas a reducir la evaporación de agua en las balsas existentes.

Una de las técnicas más prometedoras consiste en la implantación de mallas de sombreado de materiales ligeros y porosos, mediante estructuras flexibles de bajo coste, y que permiten reducciones de evaporación de hasta un 80%.

El ahorro de agua, y costes, obtenido mediante estos sistemas, junto con los elevados precios que esta alcanzando el agua de riego puede justificar la viabilidad económica de la aplicación de esta técnica reductora de la evaporación. El presente artículo presenta una metodología para estudiar dicha viabilidad económica. Se basa en la determinación y cálculo del Retorno de la Inversión (ROI) de esta técnica, aplicándola al estudio del caso de una balsa, localizada en el sur de la Región de Murcia.

## ANALYSIS METHODOLOGY OF THE RETURN ON INVESTMENTS IN PERMANENT SHADING COVERS OF LAGOONS FOR IRRIGATION. APPLICATION CASE STUDY

**ABSTRACT** *Water loss by evaporation in agricultural water reservoirs for irrigation is a critical problem in arid regions, especially in the Mediterranean Basin. As a dramatic example, losses by evaporation on open lagoons in Murcia region range from 1.600 to 2.000 mm (60 hm<sup>3</sup> of evaporated water).*

*The reduction of water losses by evaporation must be studied by means of a double point of view. First, limiting the massive building of agricultural reservoirs by farmers. Second, by adopting specific techniques for reducing evaporation loss in the extant reservoirs.*

*The installation of shading covers is one of the most promising techniques. Made of light and porous materials with flexible and low-cost structures, they allow evaporation reductions up to 80%.*

*Risings in the price of the irrigation water and savings in water and costs could justify the economic viability of these systems. This article shows a methodology to assess this viability. It consists in calculating the Return on Investments (ROI) on a real agricultural reservoir located at the south of Murcia region.*

**Palabras clave:** Reducción de la evaporación, Sombreado, Balsas de riego, Ahorro de agua.

## 1. INTRODUCCIÓN

En las regiones áridas y semiáridas, la creciente competencia por los recursos hídricos disponibles está causando problemas de suministro, sobre todo en el sector agrícola. En este contexto, las predicciones sobre el cambio climático pueden empeorar más la situación actual (Bouwer, 2000). Por tanto, hay una urgente necesidad de mejorar la gestión y

manejo del agua mediante el desarrollo y la aplicación de técnicas de ahorro, especialmente en la agricultura.

Las pérdidas de agua por evaporación en embalses de riego pueden ser elevadas bajo condiciones climáticas áridas y semiáridas, pudiendo llegar a representar un significativo porcentaje del agua almacenada (Hudson, 1987). Craig et al. (2005) estimaron que las pérdidas anuales de agua por evaporación en los embalses agrícolas de Queensland (Australia) alcanzan los 1000 hm<sup>3</sup>, de una capacidad total de almacenamiento de 2500 hm<sup>3</sup>. Martínez et al (2004) estudiaron las pérdidas de agua por evaporación en embalses de riego de la Cuenca del Segura, llegando a la conclusión de que en

(\*) Dtor. Comercial y Marketing. Atarfil S.L.

(\*\*) Dr. Ingeniero Agrónomo. Universidad Politécnica de Cartagena.



FIGURA 1.

los más de 15.000 embalses existentes las mismas alcanzan una cifra anual próxima a los  $60 \text{ hm}^3$ , lo que supone más del 8% del agua actualmente empleada en el regadío.

Estas estimaciones indican que, además de la generalización de las técnicas de riego de alta eficiencia (goteo y microaspersión), resulta recomendable implementar técnicas destinadas a la reducción de la pérdidas de agua por evaporación en embalses, tales como las coberturas flotantes y de sombreado (Craig et al., 2005; Martínez et al., 2006), los cortavientos (Hipsev and Sivapalan, 2003) or los almacena-

mientos subterráneos (Nilsson, 1988). Una de las técnicas más prometedoras consiste en la implantación de mallas de sombreado de materiales ligeros y porosos, mediante estructuras flexibles de bajo coste, y que permiten reducciones de evaporación de hasta un 80%.

La solución más usual en el sureste español es la instalación de una estructura reticular de cables de material plástico o acero anclada al perímetro del embalse. Dicha estructura sustenta una cobertura permeable de rafia de polietileno negro.

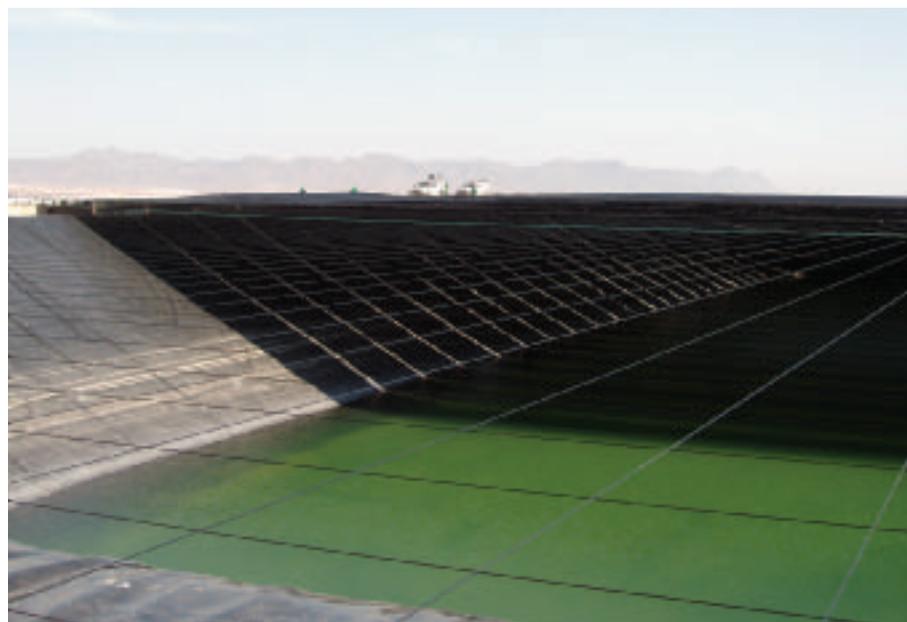


FIGURA 2.



FIGURA 3.

El ahorro de agua obtenido mediante estos sistemas, junto con los elevados precios que esta alcanzando en los últimos años, además de otros beneficios asociados a su instalación, como la mejora de la calidad del agua para riego, puede actualmente justificar su instalación. Dicha decisión, para las condiciones particulares de una explotación agrícola, debe basarse en un análisis de costes y beneficios. El presente artículo presenta una metodología para estudiar dicha viabilidad económica. Se basa en la determinación y cálculo del Retorno de la Inversión (ROI) de esta técnica, aplicándola al estudio del caso de una balsa, localizada en el sur de la Región de Murcia.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ESTUDIO DEL ROI

El cálculo del ROI para este o cualquier otro entorno, exige determinar inicialmente las variables que determi-

nan la estructura de costes e ingresos del elemento estudiado.

En el caso de las balsas de regadío, resulta imprescindible determinar las variables de funcionamiento de la balsa. Esto es, las cantidades de agua almacenadas, las aportaciones externas y los flujos salientes de agua, desde la balsa.

Por otro lado, resulta imprescindible determinar la evolución de estas variables, a lo largo del tiempo, y su influencia en las condiciones de salinidad de las aguas almacenadas en la balsa. Será a partir de estos parámetros, cuando estemos en disposición de calcular cuales son los costes de operación de la balsa, y los ingresos obtenidos.

Evidentemente, este análisis, de naturaleza comparativa, debe ser acometido con la balsa a la intemperie y con la misma cubierta con malla de sombreo.

De este modo, tendremos las siguientes variables, indicadas en la figura 4

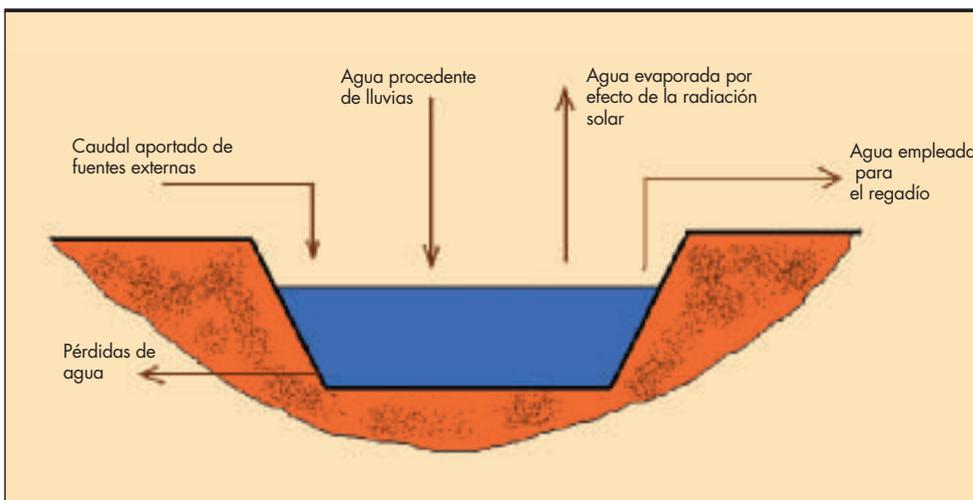


FIGURA 4. Resumen de flujos de agua en la balsa de regadío.

## METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DEL RETORNO DE LA INVERSIÓN EN CUBIERTAS FIJAS PARA SOMBREO DE BALSAS DE REGADÍO. APLICACIÓN A UN CASO PRÁCTICO

Planta	Valor máximo de CE * tolerable por la planta	Pérdida % de rendimiento (DP)
Cebada	8.0	5.0 %
Algodón	7.7	5.2 %
Remolacha	7.0	5.9 %
Trigo	6.0	7.1 %
Soja	5.0	20.0 %
Olivo	4.0	-
Melocotonero	3.2	18.8 %
Arroz	3.0	12.2 %
Tomate	2.5	9.9 %
Alfalfa	2.0	7.3 %
Patata	1.7	12.0 %
Naranja	1.7	15.9 %
Viña	1.5	9.5 %
Pimiento	1.5	14.1 %
Manzano	1.0	-
Judía	1.0	18.9 %
Fresa	1.0	33.3 %

**TABLA 1.** Valores máximos de salinidad, según tipo de cultivo, (Ayers y Westcot, 1987) e impacto en el rendimiento del cultivo.  
\* CE: conductividad eléctrica medida por dS/m a 25°C.

Como se indica en la figura 4, tenemos los siguientes flujos de agua en la balsa:

$Q_e$ : caudal de entrada a la balsa, aportado desde fuentes externas

$Q_{II}$ : caudal de entrada a la balsa, procedente de lluvias, nieve y granizo.

$Q_s$ : caudal de salida, empleado para el regadío

$Q_{ev}$ : agua perdida por evaporación

$Q_p$ : pérdidas de agua ajenas a la evaporación (fallos en la impermeabilización, robos, etc).

Mediante la aplicación de un sencillo balance de materia a la balsa es posible determinar la variación de agua que se produce en ella:

$$(Q_e + Q_{II}) = (Q_s + Q_{ev} + Q_p) + A \quad [1]$$

Donde A es la acumulación (positiva o negativa) de agua en el interior de la balsa. A partir de esta acumulación, y teniendo en cuenta el volumen inicial de agua almacenada, es posible determinar el volumen en cada momento en la balsa de regulación.

Una vez determinada la variación del nivel de agua almacenada, a lo largo del tiempo, es posible determinar el nivel de salinidad de dicho agua. Este factor resulta crítico a la hora de evaluar el ROI del sistema, pues condiciona el rendimiento del cultivo. Mayores salinidades del agua de regadío empleada, suponen menores rendimientos del cultivo regado.

El cálculo de dicha salinidad se basa en la aplicación de un nuevo balance de materia, esta vez sobre las sales presentes en el agua:

$$S = \frac{V_0 S_0 + Q_e S_e}{V_0 + A} \quad [2]$$

$$1 + \frac{Q_p + Q_s}{V_0 + A}$$

donde S es la salinidad del agua almacenada, medida en  $gr/m^3$ ,  $V_0$  es el volumen inicialmente almacenado en la balsa ( $m^3$ ),  $S_0$  es la salinidad del agua inicialmente almacenada,  $S_e$  la salinidad del caudal aportado desde fuentes externas y  $Q_e$ ,  $Q_p$  y  $Q_s$  son los caudales anteriormente mencionados.

En función del tipo de cultivo regado, existirán unos niveles de salinidad a partir de los cuales disminuye el rendimiento del cultivo, dado que la planta regada no tiene suficiente capacidad para absorber dichas sales (Maas, 1984). Esta disminución, que depende del tipo de cultivo, tendrá un impacto directo en el rendimiento económico de la explotación (Ayers y Westcot, 1987).

Será necesario introducir el porcentaje de disminución de rendimiento en el cultivo, para evaluar fielmente el rendimiento real de dicho cultivo, cuando es regado con aguas excesivamente salinas. De este modo, se introducirá una nueva variable al estudio, que denominaremos DP, y que se expresará en %.

En la tabla 1 se muestran los valores de límite máximo de salinidad según Ayers y Westcot (1987) y su impacto sobre rendimiento para diferentes tipos de cultivo.

Una vez tenemos claro los flujos de materia, aplicados al agua y a las sales, estamos en disposición de calcular los flu-

jos de coste e ingreso relacionados con la operación de la balsa:

$C_e$ : coste del agua procedente de fuentes externas

$C_{ev}$ : coste del agua evaporada, evaluada al mismo precio que el agua procedente de fuentes externas.

$C_p$ : coste del agua perdida, evaluada al mismo precio que el agua procedente de fuentes externas.

RT: rendimiento económico, teórico, del agua saliente, empleada para el riego.

RE: rendimiento real del agua saliente, empleada para el riego.

El rendimiento económico teórico RT, debe ser evaluado con datos obtenidos de explotaciones reales, teniendo además en cuenta las pérdidas de productividad comentadas anteriormente.

El rendimiento real RE será el teórico, RT, disminuido en el % de DP que corresponda al cultivo analizado.

Para obtener una foto completa de la estructura de costes, será necesario, además, introducir el coste mensual correspondiente al mantenimiento y limpieza de la balsa. Dicho coste, aunque no representa una parte significativa del total, debe ser introducido pues será una variable decisoria más a la hora de abordar un proyecto de cubrición de balsas. Denominaremos dicho coste con las siglas  $C_m$ .

Finalmente, el análisis terminará con el cálculo de los márgenes brutos de explotación, calculados del modo siguiente:

$$\text{Margen} = RE - (C_e + C_{ev} + C_p + C_m) \quad [3]$$

Este margen incorpora, únicamente, los costes derivados del agua, sin tener en cuenta ningún otro coste derivado de la explotación de la balsa (energía, materia prima, etc.).

El análisis deberá ser llevado a cabo tanto en la situación de balsa expuesta, como en la de balsa cubierta. De la comparación de márgenes brutos, en ambos escenarios, e introduciendo la inversión necesaria para acometer la cubierta, será posible determinar los plazos de tiempo necesarios para recuperar económicamente dicha inversión.

### 3. CASO DE ESTUDIO: PEQUEÑA Balsa EN EL MUNICIPIO DE CARTAGENA (COMUNIDAD AUTÓNOMA DE MURCIA)

A modo de ejemplo ilustrativo, se ha aplicado el análisis anteriormente expuesto al caso descrito a continuación:

**Localización geográfica:** Campo de Cartagena.

**Dimensiones:**

Ancho de la balsa, en cresta: 50 metros.

Largo de la balsa en cresta: 50 metros.

Profundidad de la balsa: 7 metros.

Inclinación del talud: 1V/1H.

Volumen real ocupado de la balsa: 90% del total (11.957,40 m<sup>3</sup>).

**Características del agua:**

Salinidad del agua inicialmente almacenada: 1,2 dS/m.

Salinidad del agua aportada, procedente de fuentes externas: 1,2 dS/m.

Salinidad del agua de lluvia: 0 dS/m.

**Tipo de cultivo:**

Cultivo: Pimiento.

Salinidad máxima admisible: 1,5.

Pérdida de rendimiento: 14,1%.

**Pluviométrica de la zona:** media anual de 300 mm.

**Periodos de cultivo:** 3 ciclos de cultivo, distribuidos del modo siguiente:

1<sup>er</sup> ciclo: finales septiembre hasta primera quincena de enero del año siguiente.

2<sup>o</sup> ciclo: Segunda quincena de enero hasta finales del mes de junio.

3<sup>er</sup> ciclo: Principios del mes de julio hasta la primera quincena del mes de septiembre.

**Volumen de cultivo anual:** 160.000 kg.

**Precios del agua:** 0,30 €/m<sup>3</sup>.

**Precio medio de venta del pimiento:** 0,98 €/kg.

**Rendimiento teórico del cultivo:** 9,52 €/m<sup>3</sup>.

**Cantidad de agua de regadío necesaria:** 12.320,70 m<sup>3</sup>/Ha.

**Terreno cultivado:** 10.000 m<sup>2</sup> de cultivo, en invernadero multitúnel.

Para acometer el cálculo del ROI, se ha estimado la inversión necesaria para cubrir, con malla de sombreo, introduciendo no solo el coste de la propia malla, sino también el de todos los componentes adicionales necesarios (cables, sistemas de anclaje y mano de obra). El valor de esta inversión puede resultar muy variable en función de la técnica de anclaje y la malla empleada. Se ha estimado que para esta balsa sería necesario invertir una cantidad aproximada de 22.000 €.

El cálculo del ROI se ha llevado a cabo partiendo de una base anual, y con cálculos mensuales, para las diferentes variables estudiadas.

Según se recoge en las tablas 2 y 3, se han aplicado los flujos de materia al agua y las sales, mes a mes, y teniendo en cuenta distribución constante para las aguas de lluvia, la evaporación, las pérdidas y las aguas sacadas de la balsa para el regadío. El agua de evaporación se ha supuesto 5 veces la correspondiente a la de lluvias. Diversos estudios argumentan que el nivel de evaporación está en torno a 1.500 mm, que es 5 veces la pluviometría anual media de 300 mm, anteriormente indicada.

En cuanto a las aportaciones de agua a la balsa, procedentes de fuentes externas, se han considerado dos únicas aportaciones, en los meses en los que, por los flujos de entrada y salida correspondientes, el volumen acumulado en la balsa no es el suficiente.

A la vista de estos dos escenarios, es posible calcular que la ganancia derivada de la instalación de la cubierta, supone unos ingresos diferenciales de alrededor de 6.000€. Sin embargo, resulta aún mucho más significativo el hecho de que el ahorro de agua alcanza la nada desdeñable cantidad de 3.000 m<sup>3</sup>. Es decir, un 25% del total de volumen ocupado de la balsa. Por otro lado, y teniendo en cuenta la inversión necesaria en el sistema de sombreo, serían necesarios tan solo 4 años para amortizar por completo dicha inversión, obteniendo a partir del 5<sup>o</sup> año un beneficio extra gracias al sombreo.

### 4. CONCLUSIONES

Gracias a la metodología presentada en este artículo resulta moderadamente sencillo evaluar la estructura de costes real, y relacionada con el agua, existentes en una explotación agrícola, que se sirva de balsas de regulación de regadío.

A partir de la evaluación de los flujos entrantes y salientes de agua, de las cantidades de sales presentes en dichos flujos, y de los costes del agua, es posible calcular el margen económico obtenido del agua empleada, con y sin sistema de sombreo.

Evidentemente, el análisis aquí presentado introduce multitud de suposiciones y simplificaciones. Sin embargo, estas no desvirtúan la calidad de los resultados, pero si ayudan a una más fácil construcción del esquema de cálculo, y de su interpretación.

METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DEL RETORNO DE LA INVERSIÓN EN CUBIERTAS FIJAS PARA SOMBREO DE BALSAS DE REGADÍO. APLICACIÓN A UN CASO PRÁCTICO

ESCENARIO 1: BALSA DESCUBIERTA																		
Volumen inicial de la balsa	11.957 m <sup>3</sup>	dS/m	Límite de productividad	1,5	dS/m									Med. anual				
Salinidad del agua en balsa inicial	771 gr/m <sup>3</sup>	1,2	Reducción de productividad	14%									Total					
Salinidad del agua de entrada a balsa	771 gr/m <sup>3</sup>	1,2	Tipo de cultivo	Pimiento	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Diciembre	Total	Med. anual
Caudal entrada normal	Qe (m <sup>3</sup> )	0	0	0	0	0	0	0	11.957	0	0	0	0	0	0	0	23.914,8	1.992,9
Caudal entrada por lluvia	Qell (m <sup>3</sup> )	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	750	62,5
Caudal salida riego	Qs (m <sup>3</sup> )	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	30.000	2.500
Caudal pérdidas evaporación	Qev (m <sup>3</sup> )	312,5	312,5	312,5	312,5	312,5	312,5	312,5	312,5	312,5	312,5	312,5	312,5	312,5	312,5	312,5	3.750	312,5
Caudal pérdidas (otras)	Qp (m <sup>3</sup> )	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	600	50
Acumulación	A (m <sup>3</sup> )	-2.800	-2.800	-2.800	-2.800	-2.800	-2.800	-2.800	-2.800	-2.800	-2.800	-2.800	-2.800	-2.800	-2.800	-2.800	-9.685,2	-807,1
Volumen de agua en la balsa	V (m <sup>3</sup> )	9.157,4	6.357	3.557,4	757,4	9.915	7.114,8	4.315	10.672	7.872	5.072	2.272	68.577,6	5.714,8	786,51	786,51	786,51	786,51
Salinidad del agua en balsa	Sv (gr/m <sup>3</sup> )	787,90	787,90	787,90	787,90	787,90	787,90	787,90	787,90	787,90	787,90	787,90	787,90	787,90	787,90	787,90	9.438,17	786,51
Salinidad del agua en balsa	Sv (dS/m)	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	14,68	1,22
Coste del agua de entrada normal	0,3 Ce (€)	0	0	0	0	0	0	0	3.587	0	0	0	3.587	0	0	0	7.174,44	597,87
Coste del agua evaporada	0,3 Cev (€)	93,75	93,75	93,75	93,75	93,75	93,75	93,75	93,75	93,75	93,75	93,75	93,75	93,75	93,75	93,75	1.125	93,75
Coste del agua perdida (otras causas)	0,3 Cp (€)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	180	15
Coste de mantenimiento de la balsa	Cm (€)	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	5.760	480
Rendimiento teórico del agua salida riego	9,52 RT (€)	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	285.600	23.800
Disminución productividad por sales	DP (%)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Rendimiento real del agua salida riego	RE (€)	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	285.600	23.800
Disminución productividad por sales	DP (€)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Margen obtenido con el agua de la balsa	Margen (€)	23.211	23.211	23.211	23.211	23.211	23.211	23.211	19.624	23.211	23.211	23.211	23.211	19.624	23.211	23.211	271.361	22.613

TABLA 2. Resultados del Análisis del ROI, para la balsa descubierta.

METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DEL RETORNO DE LA INVERSIÓN EN CUBIERTAS FIJAS PARA SOMBREO DE BALSAS DE REGADÍO. APLICACIÓN A UN CASO PRÁCTICO

ESCENARIO 2: Balsa CUBIERTA													
Volumen inicial de la balsa	100 m <sup>3</sup>	dS/m	Límite de productividad	1,5 dS/m									Med. anual
Salinidad del agua en balsa inicial	770 gr/m <sup>3</sup>		Reducción de productividad	14%									
Salinidad del agua de entrada a balsa	770 gr/m <sup>3</sup>		Porcentaje de reducción de evaporación	80%									
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Diciembre	Total
Caudal entrada normal	0	0	0	0	11.957	0	0	0	11.957	0	0	0	23.914,8
Caudal entrada por lluvia	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	750
Caudal salida riego	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	30.000
Caudal pérdidas evaporación	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	750
Caudal pérdidas (otras)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	600
Acumulación	-2.550	-2.550	-2.550	-2.550	9.407	-2.550	-2.550	-2.550	9.407	-2.550	-2.550	-2.550	-6.685,2
Volumen de agua en la balsa	-2.450	-5.000	-7.550	-10.100	-692,6	-3.243	-5.793	-8.343	1.065	-1.485	-4.035	-6.585	-
Salinidad del agua en balsa	771,43	771,43	771,43	771,43	771,43	771,43	771,43	771,43	771,43	771,43	771,43	771,43	9.257,14
Salinidad del agua en balsa	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	14,40
Coste del agua de entrada normal	0	0	0	0	3.587	0	0	0	3.587	0	0	0	7.174,44
Coste del agua evaporada	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	225,00
Coste del agua perdida (otras causas)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	180
Coste de mantenimiento de la balsa	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	1.152
Rendimiento teórico del agua salida riego	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	285.600
Disminución productividad por sales	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Rendimiento real del agua salida riego	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	23.800	285.600
Disminución productividad por sales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Margen obtenido con el agua de la balsa	23.670	23.670	23.670	23.670	20.083	23.670	23.670	23.670	20.083	23.670	23.670	23.670	276.868,56

TABLA 3. Resultados del Análisis del ROI, para la balsa cubierta.

**METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DEL RETORNO DE LA INVERSIÓN EN CUBIERTAS FIJAS PARA SOMBREO DE BALSAS DE REGADÍO. APLICACIÓN A UN CASO PRÁCTICO**

Solo con el uso de metodologías y herramientas sencillas como esta, será posible abordar la compleja tarea de evaluación económica de viabilidad de este tipo de tecnologías para la optimización de los sistemas de regadío.

## 5. REFERENCIAS

Ayers, R.S., Westcot, D.W., 1987. la calidad del agua en la agricultura. Estudio FAO Riego y Drenaje n° 29. Roma, Italia. 174 pp.

Bouwer, 2000. Integrated water management: emerging issues and challenges. Agricultural Water Management 45, 217-228.

Craig, I., Green, A., Scobie, M., Schmidt, E., 2005. Controlling Evaporation Loss from Water Storages. NCEA Publication No 1000580/1, Queensland, 207 pp.

Hipsey, M.R., Sivapalan, M., 2003. Parameterizing the effects of a wind shelter on evaporation from small water bodies. Water Resources Research 39: 1339, doi: 10.1029/2002WR001784.

Hudson, N.W., 1987. Soil and water conservation in semiarid regions. FAO Land and Water Conservation Service, Rome, 256 pp.

Maas, E.V., 1984. Salt tolerance of plants. Handbook of plant science in agriculture. CRC Press, Boca Ratón, Florida.

Martínez Álvarez, V., Molina Martínez, J.M., Soto García, M., 2004. Estimación, mediante técnicas GIS, de las pérdidas de agua por evaporación en embalses de riego de la Comunidad de Regantes del Campo de Cartagena. XI Congreso Métodos Cuantitativos, Sistemas de Información Geográfica y Teledetección. Murcia.

Martínez Álvarez, V., Baille A., Molina Martínez J.M. and González-Real M.M., 2006. Efficiency of shading materials in reducing evaporation from free water surfaces. Agricultural Water Management 84, 229-239.

Nilsson, A., 1988. Groundwater Dams for Small-Scale Water Supply. Intermediate Technologies. London, 64 pp.



**GEOCONSULT**  
Ingenieros Consultores, S.A.

**C/ Valentin Beato,  
24 - 4ª - 8B  
28037 MADRID  
Tla. 91 3041846  
91 3042047  
Fax: 91 3042047**

**C/ Santiago de Compostela,  
12 - 3ª - F  
48003 BILBAO  
TR/Fax. 94 415 48 55**

**GC**  
info@geoconsult.es  
www.geoconsult.es