

ANALISIS ENERGETICO Y SOCIOECONOMICO DE LOS SISTEMAS DE RIEGO EN LA ZONA DEL CANAL BAJO DEL ALBERCHE

Por

JOSE IGNACIO TRUEBA JAINAGA (*)

S U M A R I O

I. INTRODUCCION.—II. ASPECTOS ESPECIFICOS DE LA MODIFICACION OCASIONADA POR LA TRANSFORMACION EN REGADIO.—III. TRATAMIENTO Y EVALUACION DE EFECTOS DE LA MODIFICACION DEL REGADIO.—IV. CONCLUSIONES ESPECIFICAS PARA LA ZONA DE RIEGOS DEL CANAL BAJO DEL ALBERCHE.—V. CONCLUSIONES GENERALES: 1. A NIVEL DE REDACCION DE PROYECTO. 2. A NIVEL DE PROGRAMA PÚBLICO.

I. INTRODUCCION

EL análisis de un sistema de riego en funcionamiento, que permite explotar una finca con cultivos de regadío, pone de manifiesto tres aspectos esenciales:

- 1.º El agua que se consume por Ha.
- 2.º La energía que se consume por Ha.
- 3.º La mano de obra que se consume por Ha.

Sin embargo, la misma finca, con los mismos cultivos y producciones, tiene unos consumos por Ha. de agua, energía

(*) Catedrático y Jefe del Departamento de Proyectos y Planificación Rural de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos.

y mano de obra distintos, si el sistema de riego cambia, o se modifica.

Los metros cúbicos de agua, los kilowatios-hora y las horas hombre, empleados para regar una Ha., que produce 7.000 kg. de maíz, con un sistema de riego por aspersión, no coinciden con los utilizados para producir 7.000 kg de maíz en otra Ha. de la misma finca, en condiciones de clima y suelo análogos, pero con un sistema de riego por gravedad.

En cada sistema de riego, que conlleva unas inversiones y una tecnología diferentes, las magnitudes físicas cuantificadas de los consumos de agua, energía y mano de obra varían. Se necesita, por lo tanto, relacionar estos consumos con el sistema de riego seleccionado, teniendo en cuenta tanto los *condicionantes* de la finca, como los *objetivos* de producción de la misma.

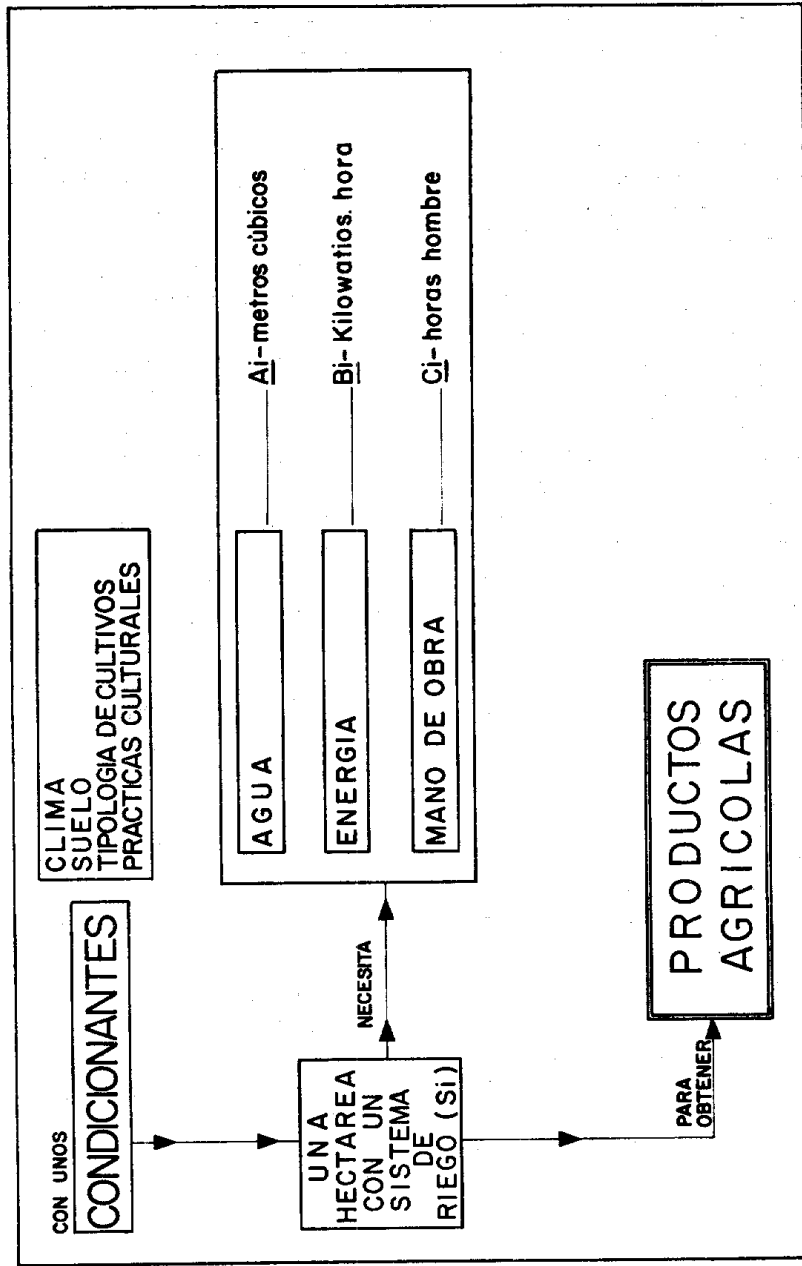
En el gráfico adjunto se destacan estas relaciones.

El sistema de riego, por lo tanto, incorpora a la agricultura una tecnología que modifica o puede modificar el sistema productivo.

Ahora bien, ¿qué aspectos específicos tiene la modificación del sistema productivo, motivada por cada procedimiento de riego? ¿Qué impactos se originan como consecuencia de la citada modificación? ¿Cómo se tratan y evalúan dichos efectos? Responder a estos interrogantes constituye el objetivo básico de este trabajo en su aplicación concreta a la Zona de Riegos del Canal Bajo del Alberche.

Para ello se parte de un análisis de la situación actual de esta zona, en cuanto a los aspectos relativos al riego, y en concreto, a aquellos que se refieren al consumo de agua, la mano de obra empleada en las operaciones del mismo y la energía necesaria para llevarla a cabo. Tal análisis se ha implementado sobre un estudio de las explotaciones existentes y de los sistemas de riego que se utilizan en la zona, elaborado por el Departamento de Proyectos y Planificación Rural de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid.

Partiendo de los resultados obtenidos en dicho estudio, se han analizado los aspectos específicos de la modificación ocasionada por la transformación en regadío, para, posteriormente, proceder a su evaluación y establecer las correspondientes conclusiones.



II. ASPECTOS ESPECIFICOS DE LA MODIFICACION OCASIONADA POR LA TRANSFORMACION EN REGADIO

En cada uno de los procedimientos alternativos para regar, se barajan aspectos específicos, hoy de gran actualidad. Por una parte, los elevados *consumos de agua de riego* tienen, o deben tener en un país como España, con sed durante siglos en muchas de sus comarcas y regiones un tratamiento especial. Se debe considerar el agua como un bien escaso, con su coste de oportunidad, como se dice en economía.

En los momentos actuales, con grandes crisis de escasez de recursos fundamentales en el panorama mundial, cobra una singular importancia la mentalidad ahorradora de un bien, que como el agua no ha recibido hasta la fecha el tratamiento que se merece. Efectivamente, un 70 por 100 de superficie terrestre está cubierta de agua, pero solamente el 1 por 100 de ella es dulce, que es precisamente la que se necesita para beber y para regar. Y este agua procede de la evaporación de los mares, provocada por las radiaciones solares y convertida, posteriormente, en lluvia, ríos y manantiales. Regular los cauces y aprovechar al máximo las cuencas hidrográficas constituye una gran tarea que ha supuesto grandes inversiones de carácter público, que se han pagado con el ahorro y el sacrificio de generaciones.

Por ello, la cantidad de agua utilizada en una zona regable debe permitir obtener por lo menos los beneficios que se producirían en otra zona regable alternativa.

Para una cantidad de agua disponible, los mayores consumos de agua en una Ha. de riego representan un déficit para otra Ha. de riego, en la misma zona. El exceso de agua utilizada perjudica y no permite aprovechar las oportunidades de producción de otras áreas próximas.

El despilfarro del agua sacrifica, en definitiva, el potencial de producción de otras zonas colindantes y constituye, por lo tanto, un coste económico relevante.

Ejemplos de una buena aplicación del agua de riego son conocidas de todos, desde hace siglos, en el Levante español.

Deben, por tanto, racionalizarse y sistematizarse al máximo los consumos de agua en el regadío.

Sin embargo, este planteamiento del buen uso del agua no encuentra eco suficiente en muchas regiones españolas, ya que, hasta el momento, el agricultor tiene la mentalidad de que el agua no cuesta o cuesta muy poco.

Las tarifas de agua para el riego son realmente bajas, y además, el agricultor las paga en función de las hectáreas que riega y no en base a los m³ que consume. Aunque es obvio que a nivel de gran zona ambas magnitudes están relacionadas, el agricultor no valora suficientemente el bien de que dispone, y en la mayoría de las ocasiones no le preocupa suficientemente el tema del ahorro del agua.

Las inversiones en grandes obras públicas de regulación y embalse de agua, así como la distribución de la misma a través de las redes de canales y acequias, representan unas cifras cuantiosas de fondos públicos, que en los planteamientos legales de la actualidad, no permiten la recuperación del capital invertido a través de los cánones de regulación y de las tarifas de riego.

Realmente, lo que ocurre a través de este proceso es que existe una subvención pública por cada m³ de agua, utilizado en el riego; lo que se paga por el servicio es inferior al coste del metro cúbico de agua para regar.

Desde el punto de vista de la sociedad y, más concretamente, desde el del sector público, interesa la utilización correcta de recursos escasos, y es necesario, por lo tanto, la racionalización, sistematización y eficiencia de los consumos de agua en el regadío.

El papel de la extensión agraria puede resultar decisivo en muchas comarcas y regiones españolas a través de la capacitación del agricultor en las actividades y tareas de riego, y puede resultar imprescindible en los nuevos regadíos, donde los cambios tecnológicos y de otro carácter son intensos.

Otro aspecto específico esencial en el regadío es el *consumo de energía*. El consumo de kilowatios-hora y de carburantes relaciona el riego con un sector, que en estos momentos vive una profunda crisis. Con el sector energético.

Los grandes acontecimientos que han venido produciéndose durante los últimos años ponen de manifiesto la importancia de la energía en los países, tanto industrializados como en vías de desarrollo.

La espectacular subida de los precios del petróleo, de 1,80 dólares el barril en 1973 a 19 dólares barril en julio de 1979, representa una subida de más de un 1.000 por 100, que ha desencadenado una crisis energética sin precedentes y unas tasas de inflación graves para un conjunto de países entre los que se encuentra España.

En el gráfico que se acompaña se representa la evolución de los precios del barril de petróleo (Arabia ligero) en la década de los 70.

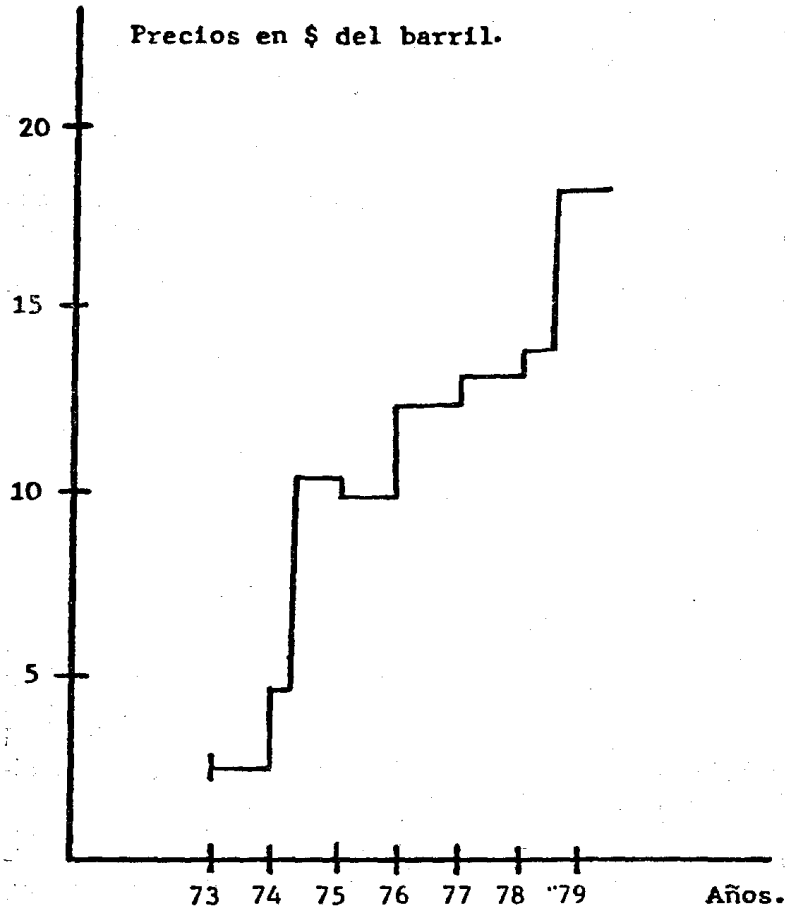
En los próximos años, el balance energético mundial va a reflejar un frágil equilibrio entre la oferta y la demanda. Las previsiones a medio y largo plazo así lo confirman, aunque se aceleren los programas de investigación y los trabajos en otras fuentes alternativas de energía, como la solar y la eólica. No hay margen de flexibilidad y un acontecimiento imprevisto puede agravar las expectativas de crecimiento y desarrollo industrial de muchos países.

Aun en el caso más favorable, los precios de la energía seguirán creciendo a una tasa similar a la de la inflación mundial.

Por todo ello y habida cuenta que España pertenece al grupo de países que tienen un déficit energético, se considera imprescindible la utilización correcta de la energía, no sólo en el riego, sino también en las operaciones y labores de cultivo y en la agricultura en general.

En los momentos actuales, desgraciadamente, no es posible aprovechar económicamente los caudales energéticos que el sol nos envía y que, por nuestra situación geográfica, son importantes. Los índices de horas de sol anuales y de energía térmica de incidencia son realmente altos en Andalucía, Canarias, Extremadura, Levante, Murcia y Meseta Sur, superándose las 3.000 horas de sol/año y los 2.600.000 kcal./año y m² en Cádiz y Almería.

En cuanto a los sistemas de riego, la utilización de la energía solar es hasta el momento limitado. Es cierto que se han llevado a cabo experiencias en el bombeo de agua a través de colectores solares que permiten, mediante un sistema de intercambiadores, evaporar un gas cuya presión permite, a través de un complejo sistema, poner en marcha una bomba

**EVOLUCION DE LOS PRECIOS DEL BARRIL DE PETROLEO
(ARABIA LIGERO) EN LA DECADA DE LOS SETENTA.**

hidráulica; pero las potencias alcanzadas son muy reducidas y los costes por m³ de agua bombeados son altos.

Otras posibilidades serían las de transformar la energía solar directamente en energía eléctrica a través de células

fotovoltaicas, acoplando posteriormente un grupo motobomba convencional; pero los costes actuales de la operación son, en Estados Unidos, aproximadamente, 11 dólares por watio, lo que supone unas cifras que superan el millón de pesetas por hectárea, cifra hasta el momento prohibitiva.

Parece ser que en el riego por goteo hay posibilidades más serias, al ser menores la potencia y los consumos de agua por hectárea, combinando la energía solar con la energía eólica (1).

Por todo ello se considera que el aprovechamiento de esta fuente de energía constituye un reto a la investigación, así como un desafío a la agricultura y a las zonas rurales, que hoy se aprovisionan de energía a través de complejos y costosos sistemas de distribución de energía eléctrica y carburantes, y además requieren grandes inversiones públicas y privadas.

El consumo de mano de obra es otro aspecto específico del regadío, sobre el que merece la pena reflexionar.

El consumo de horas hombre en la operación del riego establece una referencia con el sector trabajo, hoy también en situación delicada.

Uno de los problemas más graves que aquejan a nuestra sociedad es, sin duda, el elevado número de personas activas en situación de paro. Estimaciones realistas sitúan la cifra entre 1.000.000 y 1.200.000 personas sin trabajo. La situación es realmente crítica.

Sin embargo, como consecuencia del crecimiento desequilibrado de los años sesenta, existen zonas donde no es fácil encontrar mano de obra para trabajar en el regadío. Las personas que han experimentado las ventajas comparativas del trabajo en los sectores industriales y de servicios, es muy difícil que vuelvan a trabajar en el campo.

Por ello, la problemática del empleo debe contemplar los aspectos y condiciones del trabajo a llevar a cabo. Determinadas operaciones de riego, cambio de tuberías y aspersores, cuando se riega el maíz, ya crecido en los meses de verano, son realmente incómodos.

Se debe añadir obviamente a estos planteamientos las condiciones de higiene y de seguridad en el trabajo y abordar

(1) José J. GARCÍA BADELL, *La energía solar, el hombre y la agricultura*, 1974.

el tema del empleo de una forma global, con sus particularidades sectoriales y regionales, y centrado en sus justos términos.

Por último, hay otro aspecto esencial y no menos importante en el regadío: se trata del consumo de recursos de capital necesario para llevar a cabo la implantación de un sistema de riego. Invertir con acierto es decisivo para una empresa agraria. Asignar correctamente los recursos económicos dentro de un programa de inversiones públicas, que conlleva una racionalización y un control de los gastos de la Administración, es un objetivo prioritario para el Estado.

Es imprescindible, por lo tanto, establecer y estudiar, antes de invertir definitivamente, las alternativas técnicas que garanticen la consecución de las metas previstas, y, posteriormente, llevar a cabo una evaluación socioeconómica de las mismas.

Esta evaluación tiene que poner de manifiesto: las ventajas e inconvenientes, los costes y los beneficios, así como los efectos e impactos desencadenados por cada proyecto alternativo de sistema de riego.

De esta forma se podrá asesorar con un mayor conocimiento de causa y con rigor técnico a los políticos y a los órganos de dirección de las empresas, que van a tomar las decisiones definitivas relacionadas con los programas de inversiones.

III. TRATAMIENTO Y EVALUACION DE EFECTOS DE LA MODIFICACION DEL REGADIO

Una vez descritos los aspectos de la modificación del sistema productivo al incorporar los procedimientos de riegos, procede seguidamente determinar el tratamiento y la evaluación de los efectos causados por la citada modificación.

Son cuatro los aspectos esenciales identificados en el apartado anterior para cada sistema de riego:

- *Consumo de agua.*
 - *Consumo de energía.*
 - *Consumo de mano de obra.*
 - *Consumo de capital.*
-

En los momentos de crisis en que vivimos es difícil realmente fijar unos criterios de valoración de estas cuatro magnitudes.

¿Qué es más perjudicial, despilfarrar agua o consumir energía en exceso?

¿Qué es más interesante, crear puestos de trabajo o ahorrar energía?

¿Son oportunas las inversiones en sistema de riego que ahorran agua, de cara a una reconversión de regadíos?

¿En qué medida se pueden inmovilizar recursos económicos en sistemas de riego, que reducen el empleo e incrementan el consumo de energía eléctrica?

¿No sería excesivamente simplista, en una perspectiva de balance global energético, considerar únicamente el consumo de energía eléctrica, omitiendo los consumos de otros tipos de energía como la solar y la eólica?

¿Cómo se traduce el ahorro de agua de riego en términos de producción potencial de energía verde recolectable?

En cada momento y en cada país la respuesta a estas preguntas tiene connotaciones políticas. Sin embargo, en un planteamiento técnico de los sistemas de riego se estima conveniente llevar a cabo un análisis integral de los consumos específicos antes aludidos.

Una vez definidos los objetivos básicos que identifican el propósito de la transformación de riego y analizados los condicionantes que limitan el proceso de cambio, se describe seguidamente la justificación técnico-metodológica, y los criterios relevantes a tener en cuenta.

Como ya se indicó anteriormente, se deberían estudiar sistemáticamente, para cada uno de los diferentes sistemas alternativos de riego, la incidencia y los impactos ocasionados, o que en el futuro se ocasionen, en las siguientes perspectivas:

- a) *Perspectiva hídrica*.—Mediante la oportuna valoración de los m³ de agua consumidos o a consumir en cada sistema de riego.
 - b) *Perspectiva energética*.—Mediante la oportuna valoración de KW.h. consumidos o a consumir en cada sistema de riego.
 - c) *Perspectiva de empleo*.—Mediante la oportuna valoración
-

de las características y tipologías de empleo en cada sistema de riego.

- d) *Perspectiva de balanza de pagos.*—Mediante la valoración del consumo de divisas en cada sistema de riego.
- e) *Perspectiva económica.*—Mediante la oportuna valoración de costes socioeconómicos de cada sistema de riego en su conjunto.

En el caso de los regadíos de la zona Baja del Alberche, que constituye el objeto fundamental del estudio, los sistemas de riego predominantes son los de riego de pie y riego por aspersión, y los consumos específicos correspondientes en ambos sistemas son los siguientes:

Sistema de riego de pie (S₁).

Consumo de agua por Ha.....	6.975 m ³
Mano de obra por Ha.....	103 h.h.
Consumo de energía eléctrica por Ha.....	0
Inversión adicional.....	0

Sistema de riego por aspersión (S₂).

Consumo de agua por Ha.....	5.580 m ³
Mano de obra por Ha.....	40 h.h.
Consumo de energía eléctrica por Ha.....	1.600 KW.h.
Inversión adicional.....	90.000 Ptas./Ha.

En el presente trabajo únicamente vamos a abordar el análisis en las perspectivas energéticas y económica.

En una *perspectiva energética global* del análisis de ambos sistemas de riego se tienen que determinar los componentes unitarios energéticos de los consumos específicos.

Dicho análisis requiere la consideración de dos aspectos diferentes.

En un primer aspecto necesitamos determinar los *componentes energéticos* de los consumos de agua, consumos de KW.h. y consumos de horas-hombre correspondientes a cada sistema de riego, de manera análoga a como se llevó a cabo en la valoración económica.

Un segundo aspecto debe de identificar los costes energéticos, que correspondan a beneficios sacrificados, como consecuencia de la utilización de un sistema de riego que, por

utilizar o consumir más agua por Ha., elimina la posibilidad de regar más superficie, con la consiguiente reducción de la producción de energía verde recolectable.

En los anejos números 6 a 11 se describen los criterios y se desarrollan los cálculos para determinar los coeficientes unitarios energéticos de los factores que se señalan a continuación, y siempre refiriéndose a los análisis de los sistemas de riego de pie y de aspersión de la zona de Talavera.

- a) Coeficiente energético del m³ de agua de riego

$$\frac{2,84 \text{ Ptas./m}^3 \times 0,24}{3,30 \text{ Ptas./KW.h}} = 0,20 \text{ KW.h./m}^3 = 172 \text{ Kcal./m}^3$$

- b) Coeficiente energético del KW.h eléctrico consumido en riego por aspersión.

1 KW.h. eléctrico a nivel de consumo equivale a 860 Kcal. y a nivel de generación, en una central térmica, equivale a 2.457 Kcal. (estimando un rendimiento del 35 por 100 en la central).

- c) Coeficiente energético de mano de obra.

Ocho horas de trabajo requieren un consumo en España de una energía vegetal recolectable del orden de 18.000 Kcal., según BORGSTROM y KLATZMAN (1975).

- d) Coeficiente energético de la inversión adicional en riego por aspersión.

$$\frac{0,20 \times 90.000 \text{ Ptas./Ha.}}{3,30 \text{ Ptas./KW.h.} \times 10 \text{ años}} = 545 \text{ KW.h./Ha.}$$

- e) Coeficiente de energía neta obtenido en un uso alternativo del menor consumo de agua en el sistema de riego por aspersión.

Tomemos como referencia el maíz, cultivo típico de la zona de Talavera, para el cual PIMENTEL (1975) establece una relación *our put/in put* energético de 2,52.

Aplicando esta relación a un rendimiento medio de 6.000 kilogramos/Ha. y un valor energético bruto obtenido por cada kilogramo de maíz grano da como resultado:

$$6.000 \text{ Kg./Ha.} \times 3.533 \text{ Kcal./Kg.} \times \frac{1,52}{2,52} \times 0,25 \text{ (2)} = 3.200.000 \text{ Kcal./Ha.}$$

Afectando a los consumos específicos los coeficientes energético antes indicados, se obtiene el balance energético global de cada sistema de riego.

I. Riego de pie.

$$\begin{aligned} S_1 &= 6.975 \text{ m}^3 \times 172 \text{ Kcal./m}^3 + \frac{103 \text{ jornadas}}{8 \text{ hombres}} \times \\ &\times 18.000 \text{ Kcal./jornada y hombre} + 3.200.000 \text{ Kcal./Ha.} = \\ &= 4.631.450 \text{ Kcal./Ha.} \end{aligned}$$

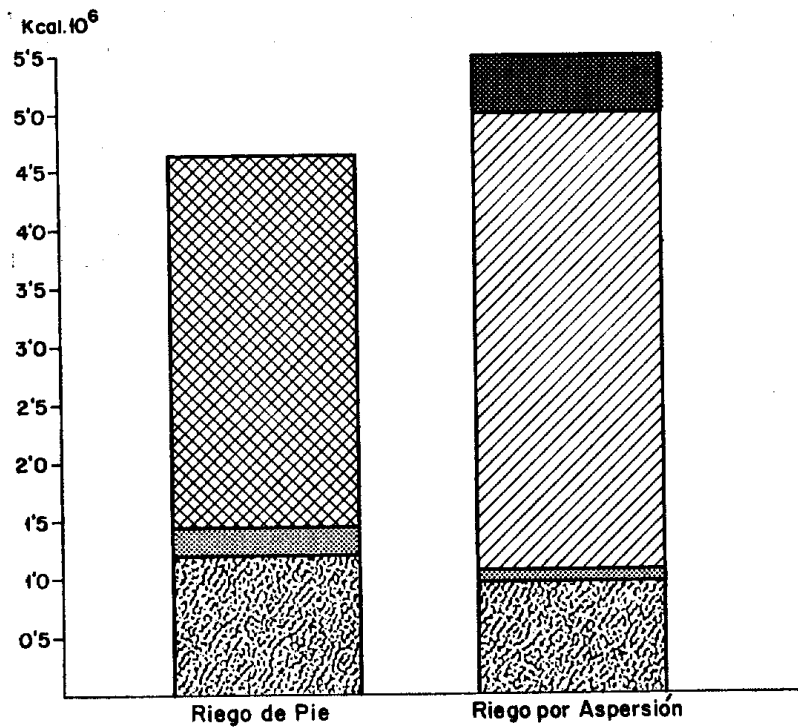
II. Riego por aspersión.

$$\begin{aligned} S_1 &= 5.580 \times 172 \text{ Kcal./m}^3 + \frac{40 \text{ jornadas}}{8 \text{ hombres}} \times \\ &\times 18.000 \text{ Kcal./jornada y hombre} + 1.600 \text{ KW.h} \times \\ &\times 2.457 \text{ Kcal./KW.h.} + 545 \text{ KW.h./Ha.} \times 860 \text{ Kcal./KW.h} = \\ &= 5.449.660 \text{ Kcal./Ha.} \end{aligned}$$

En una *perspectiva económica* del análisis de ambos sistemas se tienen que determinar los costes unitarios del agua, de la mano de obra y de la energía eléctrica, así como los costes derivados de la inversión adicional que supondría la implantación del riego por aspersión, tanto desde el punto de vista público como privado.

En el estudio elaborado por el Departamento de Proyectos y Planificación Rural de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos en el año 1974, se describen los criterios y se desarrollan los cálculos, para determinar los costes unitarios de los factores que se señalan y resumen a continuación, todo ello referido a la zona de Talavera.

(2) $\alpha = 0,25$ coeficiente de minorización determinado anteriormente.



	Kcal/Ha.	
	Riego de Pie	Riego por Aspersión
Agua.....	1.199.700	959.760
Mano de obra.....	231.750	90.000
Uso alternativo del agua.....	3.200.000	—
Energía eléctrica.....	—	3.931.200
Inversión adicional.....	—	468.700
Total.....	4.631.450	5.449.660

BALANCE ENERGETICO GLOBAL DE CADA SISTEMA DE RIEGO.

a) *Agua.*

Coste privado.....	0,47 Ptas./m ³
Coste público.....	2,84 '

b) *Energía.*

Coste privado.....	2,81 Ptas./KW.h.
Coste público.....	3,30 '

c) *Mano de obra.*

Coste público y privado.....	2.400 Ptas./jornada
------------------------------	---------------------

d) *Costes derivados de la inversión en infraestructura hidráulica.*

Amortización de las obras.....	14.400 Ptas./Ha.
Mantenimiento y explotación.....	2.600 '
<i>Total</i>	<u>17.000 Ptas./Ha.</u>

e) *Costes derivados de la inversión para implantación de riego por aspersión.*

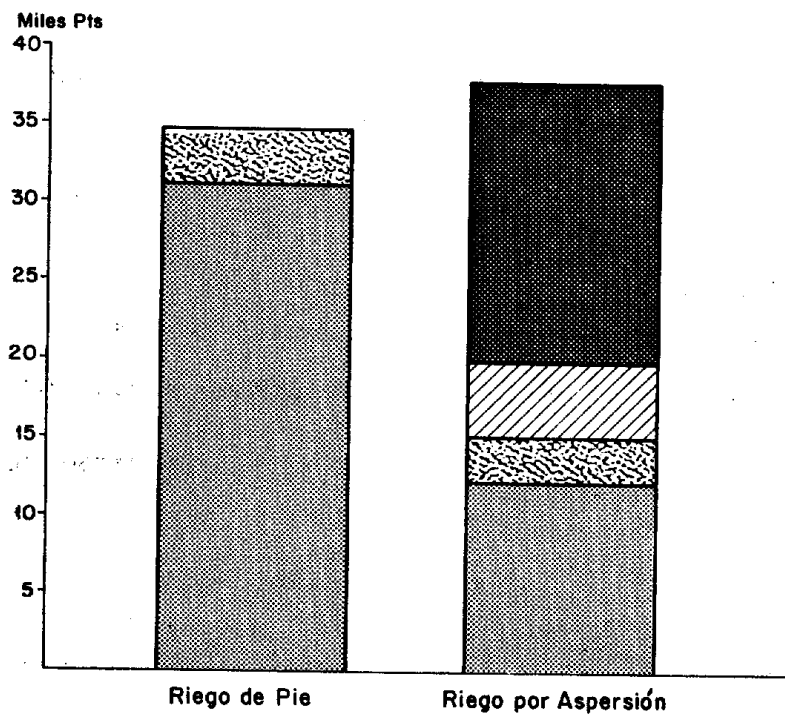
Amortización de la instalación.....	15.928 Ptas./Ha.
Conservación de la instalación.....	2.250 '
<i>Total</i>	<u>18.178 Ptas./Ha.</u>

f) *Costes de oportunidad del consumo de agua (valor añadido neto obtenido en un uso alternativo y sacrificado, por lo tanto, en el sistema de riego de mayor consumo).*

Teniendo en cuenta el nivel de intensidad de cultivo de los regadíos de Talavera, así como los sistemas de producción propios de la zona, se estima el valor añadido neto por Ha. en 50.000 pesetas.

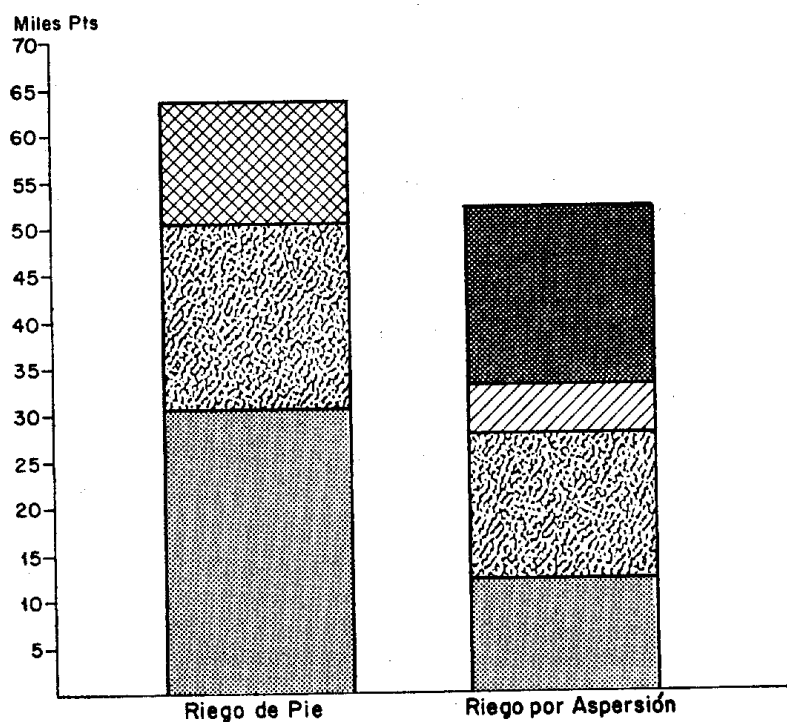
La determinación del coste se lleva a cabo aplicando a dicho valor añadido neto un coeficiente α , de minoración, que representa la relación entre la diferencia de los consumos unitarios de agua de ambos sistemas, con el consumo de agua de riego por aspersión.

$$\alpha = \frac{6.975 \text{ m}^3 - 5.580 \text{ m}^3}{5.580 \text{ m}^3} = 0,25$$



	Pts/Ha.	
	Riego de Pie	Riego por Aspersión
Mano de obra.....	30.900	12.000
Agua.....	3.278	2.623
E. Eléctrica.....	—	4.495
Inversión.....	—	18.178
Total.....	34.178	37.296

COSTES DE LOS SISTEMAS DE RIEGO DE PIE Y POR ASPERSION PARA EL EMPRESARIO PRIVADO.



	Pts/Ha.	
	Riego de Pie	Riego por Aspersión
Mano de obra.....	30.900	12.000
Coste agua.....	19.809	15.847
E. Eléctrica.....	—	5.280
Inversión.....	—	18.178
Uso alternativo del agua.....	12.500	—
Total.....	63.209	51.305

COSTES DE LOS SISTEMAS DE RIEGO DE PIE Y POR ASPERSION PARA EL SECTOR PUBLICO.

Aplicados estos costes a los consumos de agua, energía, etcétera, indicados anteriormente, se obtiene el coste que la utilización de uno u otro sistema supone, de una parte, para el empresario privado y, de otra, para la sociedad.

I. *Coste de los sistemas de riego de pie y por aspersión para el empresario privado.*

$$S_1 = \frac{103 \text{ horas}}{8 \text{ horas/jornada}} \times 2.400 \text{ Ptas./jornada} + \\ + 6.975 \text{ m}^3/\text{Ha.} \times 0,47 \text{ Ptas./m}^3 = 34.178 \text{ Ptas./Ha.}$$

$$S_2 = \frac{40 \text{ horas}}{8 \text{ horas/jornada}} \times 2.400 \text{ Ptas./jornada} + \\ + 5.580 \text{ m}^3/\text{Ha.} \times 0,47 \text{ Ptas./m}^3 + 1.600 \text{ KW.h.} \times \\ \times 2,81 \text{ Ptas./KW.h.} + 18.178 \text{ Ptas./Ha.} = 37.296 \text{ Ptas./Ha.}$$

II. *Coste de los sistemas de riego de pie y por aspersión desde la óptica del sector público.*

$$S_1 = \frac{103 \text{ horas}}{8 \text{ horas/jornada}} \times 2.400 \text{ Ptas./jornada} + \\ + 6.975 \text{ m}^3/\text{Ha.} \times 2,84 \text{ Ptas./m}^3 + 0,25 \times 50.000 \text{ Ptas./Ha.} = \\ = 63.209 \text{ Ptas./Ha.}$$

$$S_2 = \frac{40 \text{ horas}}{8 \text{ horas/jornada}} \times 2.400 \text{ Ptas./jornada} + \\ + 5.580 \text{ m}^3/\text{Ha.} \times 2,84 \text{ Ptas./m}^3 + 1.600 \text{ KW.h.} \times \\ \times 3,30 \text{ Ptas./KW.h.} + 18.178 \text{ Ptas./HA.} = 51.305 \text{ Ptas./Ha.}$$

IV. CONCLUSIONES ESPECIFICAS PARA LA ZONA DE RIEGOS DEL CANAL BAJO DEL ALBERCHE

- a) *El balance hídrico* pone de manifiesto que los sistemas de riego por aspersión utilizados en la zona consumen un 20 por 100 menos de agua que el riego de pie tradicional; este ahorro supondría incrementar la superficie de regadío en unas 2.500 Ha., siempre que los otros factores lo permitan.

- b) *El balance energético* refleja que el riego por aspersión supone 818.000 Kcals/Ha. y año más que el riego de pie. Esto equivale, para el total de la zona, a la potencia calorífica de 1.200 toneladas de petróleo.
- c) *El balance de mano de obra* señala que para el riego de pie se precisan 63 horas más por Ha. y año que para el riego por aspersión.
- d) En *el balance económico* se distinguen, como más relevantes, los siguientes aspectos:

— La inversión en las obras de infraestructura hidráulica actualizadas y en pesetas del año 1978 ascienden a 1.589 millones de pesetas, lo que supone un coste de transformación de 160.000 Ptas./Ha.

— Los gastos de explotación y mantenimiento del sistema de infraestructura hidráulica son del orden de veinticinco millones de pesetas.

— El *coste público* del agua es de 2,84 Ptas./m³ (coste de amortización al 6 por 100 de las obras de infraestructura públicas más los correspondientes gastos de mantenimiento). Dicha cifra representa un coste global, por este concepto, de 17.000 Ptas./Ha. y año con un promedio de dotación de 6.000 m³/Ha.

— Las tarifas de riego aplicadas en 1977 fueron de 2.800 Ptas./Ha.

— La comparación de los apartados precedentes permiten deducir que existe una subvención pública a los regantes de la zona del orden de 14.000 Ptas./Ha. y año.

— El coste privado del riego de pie asciende en la zona a 34.000 Ptas./Ha. y año, en tanto que el coste privado del riego por aspersión es de 37.000 Ptas./Ha., hay, por consiguiente, una diferencia de 3.000 Ptas./Ha. y año en favor del sistema de riego de pie.

— El *coste socioeconómico* del riego de pie es de 63.000 pesetas/Ha. y año, en tanto que el del riego por aspersión es de 51.000 pesetas. Existe un saldo de 12.000 pesetas/hectárea y año favorables al sistema de riego por aspersión.

V. CONCLUSIONES GENERALES

Con carácter general, se puede obtener una respuesta a los interrogantes planteados anteriormente, mediante la ejecución de un análisis sistemático como el desarrollado para la Zona del Canal Bajo del Alberche.

La no utilización de este análisis genera los siguientes inconvenientes.

1. A NIVEL DE REDACCIÓN DE PROYECTO.

- a) El proyectista no tiene la seguridad de haber elegido el mejor sistema.
- b) En el caso de que el responsable de la ejecución del proyecto se de cuenta, al finalizar el mismo, de que la solución adoptada no es la más adecuada, tiene que volver a rechazar el proyecto, con la consiguiente pérdida de recursos económicos y de tiempo.
- c) La falta de información sobre los efectos que cada sistema de riego ocasiona sobre el empleo, consumos de agua y energía e impactos sobre la balanza de pagos, desemboca en una decisión menos fundada y por ello más arbitraria.

2. A NIVEL DE PROGRAMA PÚBLICO.

La instrumentación de una política uniforme e indiscriminada de auxilios económicos para todo el territorio ignorando que cada sistema de riego provoca unos efectos distintos en cada zona, según la disponibilidad de los recursos existentes.

Por otra parte, las ventajas que conlleva este procedimiento se pueden concretar en los siguientes puntos:

A nivel de proyecto.

- a) Permite identificar los factores limitantes de cada sistema de riego.
 - b) Fomenta el análisis de alternativas y facilita un procedimiento para su tratamiento sistemático.
-

- c) Impone al proyectista una disciplina de trabajo en la elaboración de los proyectos de riego.
- d) Pone de manifiesto los distintos efectos socio-económicos, inherentes a cada sistema de riego.
- e) Aplicar esta metodología en los estudios de viabilidad y anteproyecto de riegos, fases en que las decisiones tienen una mayor incidencia en los costes del proyecto, reduce el riesgo de que se adopten soluciones menos favorables.
- f) Racionaliza la elección del sistema de riego.
- g) Permite incorporar automáticamente los resultados de las investigaciones que sobre los sistemas de riego se lleven a cabo.

A nivel de programa público.

- a) El procedimiento es de aplicación, tanto a los nuevos regadíos como a la reconversión de los ya existentes, motivada, esta última, por la necesidad de un cambio de orientación productiva, o por una inadecuada utilización de los recursos hídricos, energéticos, etc.
 - b) Permite conocer los consumos específicos por Ha. de agua, de energía, de mano de obra, de inversión y de divisas, para todo y cada uno de los sistemas de riego en una zona determinada.
 - c) En cada ámbito territorial, analiza los efectos e impactos que sobre los recursos hídricos, energéticos, de mano de obra, económicos y financieros generan los citados consumos específicos.
 - d) Permite establecer una política selectiva de auxilios económicos en cada ámbito territorial para cada sistema de riego.
 - e) En función de unos objetivos globales de política de utilización de recursos, de consumo de energía, de empleo, de fomento de la inversión, y de mejora de la balanza de pagos, constituye un instrumento de planificación y control de los diferentes programas públicos de regadíos a nivel regional.
-

- f) Facilita la implantación de un sistema de presupuesto por programas, en materia de regadíos, ya que permite la identificación y evaluación de las diferentes soluciones alternativas, así como la racionalización del gasto público.

R E S U M E N

La transformación en regadío modifica profundamente el proceso productivo agrario. Dicha transformación puede tener lugar por diferentes sistemas alternativos de riego. Procede, por ello, determinar el tratamiento y la evaluación socio-económica de los efectos causados por la citada transformación, así como determinar las ventajas y los inconvenientes que cada sistema de riego tiene con respecto a los otros sistemas de riego alternativos.

Son cuatro los aspectos esenciales a considerar en cada sistema de riego:

- Consumo de agua.
- Consumo de energía.
- Consumo de mano de obra.
- Consumo de capital.

En un planteamiento técnico de los sistemas de riego, se estima conveniente llevar a cabo un análisis integral de los consumos específicos antes aludidos.

Se deberían estudiar sistemáticamente, para cada uno de los diferentes sistemas alternativos de riego, la incidencia y los impactos ocasionados o que en el futuro se ocasionen, en las siguientes perspectivas:

- a) *Perspectiva hídrica.*—Mediante la oportuna valoración de los m³ de agua consumidos o a consumir en cada sistema de riego.
- b) *Perspectiva energética.*—Mediante la oportuna valoración de KW.h. consumidos o a consumir en cada sistema de riego.
- c) *Perspectiva de empleo.*—Mediante la oportuna valoración de las características y tipologías de empleo en cada sistema de riego.
- d) *Perspectiva de balanza de pagos.*—Mediante la valoración del consumo de divisas en cada sistema de riego.
- e) *Perspectiva económica.*—Mediante la oportuna valoración de costes socioeconómicos de cada sistema de riego en su conjunto.

En el presente trabajo se analizan dos sistemas de riego: riego de pie y riego por aspersión en la Zona del Canal Bajo del Alberche.

El ámbito del estudio se reduce a un análisis de las perspectivas energéticas y socioeconómica, estableciéndose las comparaciones oportunas y discutiendo los resultados.

R E S U M É

La transformation en terrains irrigués modifie profondément le processus de production agricole. Cette transformation peut se faire suivant différents

systèmes d'irrigation. Il convient pour cela de déterminer le traitement et l'évaluation socio-économique des effets causés par cette transformation ainsi que de déterminer les avantages et les inconvénients que chaque système d'irrigation a par rapport aux autres systèmes d'irrigation.

Il y a quatre aspects essentiels à considérer dans chaque système d'irrigation:

- La consommation d'eau.
- La consommation d'énergie.
- La consommation de main d'oeuvre.
- La consommation de capital.

Dans une étude technique des systèmes d'irrigation, on estime bon de faire une analyse intégrale des consommations spécifiques citées ci-dessus.

On devrait étudier systématiquement, pour chacun des différents systèmes alternatifs d'irrigation, l'incidence et les impacts causés ou qui seront causés à l'avenir, dans les perspectives suivantes:

- a) *Perspective hydrique.*—Moyennant l'estimation opportune des m³ d'eau consommés ou à consommer dans chaque système d'irrigation.
- b) *Perspective énergétique.*—Moyennant l'estimation opportune des kE.h. consommés ou à consommer dans chaque système d'irrigation.
- c) *Perspective d'emploi.*—Moyennant l'estimation opportune des caractéristiques et des typologies d'emploi dans chaque système d'irrigation.
- d) *Perspective de balance des paiements.*—Moyennant l'estimation opportune des coûts socio-économiques de chaque système d'irrigation dans son ensemble.

On analyse dans le présent travail deux systèmes d'irrigation: l'irrigation «debout» et l'irrigation par aspersion dans la Zone du Bas canal de l'Alberche.

Le centre de l'étude se réduit à une analyse des perspectives énergétique et socio-économique, établissant des comparaisons opportunes et discutant les résultats.

S U M M A R Y

The introduction of irrigation profoundly modifies the agrarian productive process. This transformation may be brought about by various alternative systems of irrigation. It is therefore useful to determine the treatment and the social and economic evaluation of the effects caused by such transformation, and also the advantages and disadvantages that each system of irrigation possesses as compared with the alternative ones.

There are four essential aspects to consider in each system of irrigation:

- Water consumption.
 - Energy consumption.
 - Labour consumption.
 - Capital consumption.
-

In a technical approach to irrigation systems it is considered convenient to carry out an integral analysis of the above mentioned specific consumptions.

For each of the alternative systems of irrigation we ought to make a systematic study of the effects produced, or that may be produced in the future, from each of the following points of view:

- a) *Water*.—By means of an assessment of the m³ of water consumed or to be consumed in each irrigation system.
- b) *Energy*.—By means of an assessment of KW.h. consumed or to be consumed in each irrigation system.
- c) *Employment*.—By means of an assessment of the characteristics and typologies of employment in each irrigation system.
- d) *Balance of payments*.—By means of an assessment of the consumption of foreign currency in each irrigation system.
- e) *Economic*.—By means of an assessment of the social and economic costs of each irrigation considered as a whole.

In the present work, two irrigation systems are analysed: foot irrigation and irrigation by sprinkling, in the Zone of the Lower Canal of the Alberche.

The scope of the study is limited to an analysis of the energy and the social and economic factors, making comparisons and discussing the results.
