

RIEGO INTERMITENTE O POR IMPULSOS. UN METODO DE RIEGO, DEL SISTEMA DE GRAVEDAD, QUE AHORRA AGUA AL AUMENTAR LA EFICIENCIA Y LA UNIFORMIDAD DE APLICACION

HERMINIO CASTILLO HERNANDO (*)

RESUMEN. Ante la evidente escasez del bien económico que constituye el agua en sus múltiples usos y aprovechamientos, es necesario, desde ya, adoptar soluciones técnicas y económicas para su óptima utilización.

Como el agua consumida en los regadíos significa en España aproximadamente el 80 % del total disponible, es en el sector agrario donde se precisa más imperiosamente reducir los consumos unitarios, aplicando técnicas que economicen el agua aportada a los cultivos, sin reducir los rendimientos unitarios de éstos. El sistema de riego por gravedad es el que produce mayores porcentajes de pérdidas (escorrentía, percolación, etc.), siendo además la superficie regada por este sistema alrededor de un 70-75 % del total regado. El método de riego por impulsos, intermitente, o por flujo de oleadas, aplicado en riegos por surcos en las zonas semiáridas de U.S.A. en los primeros años de la década de los 80, trata de evitar pérdidas y consecuentemente ahorrar agua.

ABSTRACT. *In the face of the obvious scarcity of water as an economic commodity, in its diverse uses and applications, it is necessary to take immediate technical and economic steps to achieve optimum management.*

As water consumed in irrigation in Spain accounts for 80 % of the total available supply, it is in the agricultural sector that a reduction of unit consumption is most urgent. Techniques must be applied, that economize on the water used for crops, without reducing their unit yield. The gravity system of irrigation is the one which causes the greatest losses (run-off, seepage, etc.) and between 70 % and of the surface area that is irrigated, uses this system. The impulse, intermittent, method of irrigation in the semi-arid zones of the U.S.A. at the beginning of the 1980's, attempts to prevent loss and thus save water.

INTRODUCCION

A lo largo de los primeros años de la década de los ochenta, en zonas semiáridas de U.S.A. (estados de Texas, California y otros), se realizan ensayos y se ponen en práctica en los métodos de riego superficiales, dentro del sistema de gravedad, de una serie de artificios que tienen como objetivo común el ahorrar agua, a través de la reducción de pérdidas en su aplicación. Es decir, se trata de mejorar las eficiencias que en estos sistemas de riego son tradicionalmente bajas.

La modalidad del método que nos ocupa, se refiere fundamentalmente al de riego por surcos, pues es en este método donde se han efectuado los ensayos y posterior empleo en áreas de producción, una vez que se han contrastado las ventajas de esta técnica de riego

por impulsos, flujos intermitentes u oleadas, frente a la manera convencional de aplicar el agua a los surcos, en forma continua.

STRINGHAM y KELLER, en 1979, introducen el concepto de «Surge flow» (caudal intermitente, por impulsos u oleadas) en la «Irrigation and Drainage Specialty Conference» de la «American Society of Civil Engineers». En marzo de 1986 se consigue en la Oficina de Patentes de U.S.A. que esta modalidad de riego se incluya en la titulada «Método y Sistema de Riego por Surcos» (Method and System for Furrow Irrigation), registrándose como sus inventores o descubridores los doctores Jack Keller y G. E. Stringham, y la Fundación de la Universidad del Estado de Utah como cesionaria o apoderada.

El informe de 1979 fue una discusión preliminar sobre una prometedora técnica de automatismo que permite conseguir una reducción de flujos o caudales en los aportes de agua en los riegos por surcos, cuando éstos se encuentran ya humedecidos. Así aparece el «castella-

(*) Doctor Ingeniero Agrónomo y Economista. Jefe de la División de Regadíos del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX (MOPU).

nizado» método de riego por impulsos cuya denominación en el país de origen es la de «Surge Flow Irrigation».

Desde entonces estas técnicas se han experimentado de manera continuada en varios centros de las universidades privadas y estatales de California y Texas, así como en las de Kansas, Utah, Colorado y otras. Técnicos de una delegación española del Centro de Estudios Hidrográficos (CEDEX) y de la C.H. del Guadalquivir, tuvimos la ocasión de comprobar el funcionamiento teórico y práctico de dos tipos de válvulas utilizadas en el «Riego por impulsos», en la visita técnica realizada a U.S.A. en noviembre de 1988 por invitación del Bureau of Reclamation.

Tanto la válvula ideada y comercializada por P & R en Lubbock, como la de Hydro-Pulse en Magnolia, ambas en el estado de Texas, nos fueron expuestas por sus diseñadores y fabricantes explicándonos sus características y funcionamiento. Dos juegos de dichas válvulas han sido enviados posteriormente a España, para que se pueda comprobar en nuestro país los resultados prácticos que nos habían comentado y ratificado documentalmente en Texas, a través de las experiencias recogidas de diversos usuarios.

Estas válvulas han sido cedidas por el Centro de Estudios Hidrográficos (CEDEX) a la C.H. del Guadalquivir, para que en sus campos experimentales y fincas colaboradoras pueda hacerse un seguimiento de los resultados obtenidos en la próxima campaña de riegos. Los comentarios a este respecto serán objeto de otro artículo, una vez se disponga de los datos pertinentes.

CARACTERISTICAS GENERALES DEL RIEGO POR IMPULSOS

El riego por impulsos está basado en un sistema de descargas intermitentes, siendo por tanto un dispositivo

simple para administrar y suministrar el agua a la parcela —dispuesta generalmente en surcos—, siendo fácil de instalar y manejar.

Normalmente la válvula, como elemento técnico de este método de riego, se adapta al hidrante de un sistema de tubería con compuertas o a cualquier otra fuente de agua de baja presión. Esta válvula está diseñada para suministrar agua de forma intermitente a un lado y otro de dos grupos de surcos; el agua discurre por cada uno de estos grupos de surcos de manera alternativa, durante los intervalos de tiempo que previamente se han marcado, y que serán función del avance del agua en los mismos. De esta forma se fijan los ciclos necesarios para una distribución lo más homogénea posible a lo largo de todo el surco, de manera que se consiga la profundidad deseada de la lámina de agua.

Para un riego suministrado en forma continua, el regador es capaz de manejar un grupo de 50 o 60 surcos. Ahora, con la válvula de riego por impulsos, tendrá que disponer de tubería de compuertas suficiente para atender a dos grupos de 50 o 60 surcos cada uno dispuestos a cada lado de la válvula de descargas intermitentes, que recibirán el agua de manera alternativa y por un tiempo previamente determinado.

Lógicamente serán necesarios varios ciclos en cada lado, para que el agua llegue a alcanzar el final de cada uno de los surcos de los dos grupos. El agua, que se suministra de forma intermitente, debe llegar en ambos grupos de surcos en el mismo tiempo que tardaría un riego dado en forma continua para un solo grupo de surcos.

Cuando el agua alcanza el final de los surcos no se debe de dar por concluido el riego, ya que las descargas intermitentes deben continuar para dar la profundidad adecuada a la lámina de agua, lo que se conseguirá dando alternativamente a cada grupo varios ciclos adicionales de impulsos.

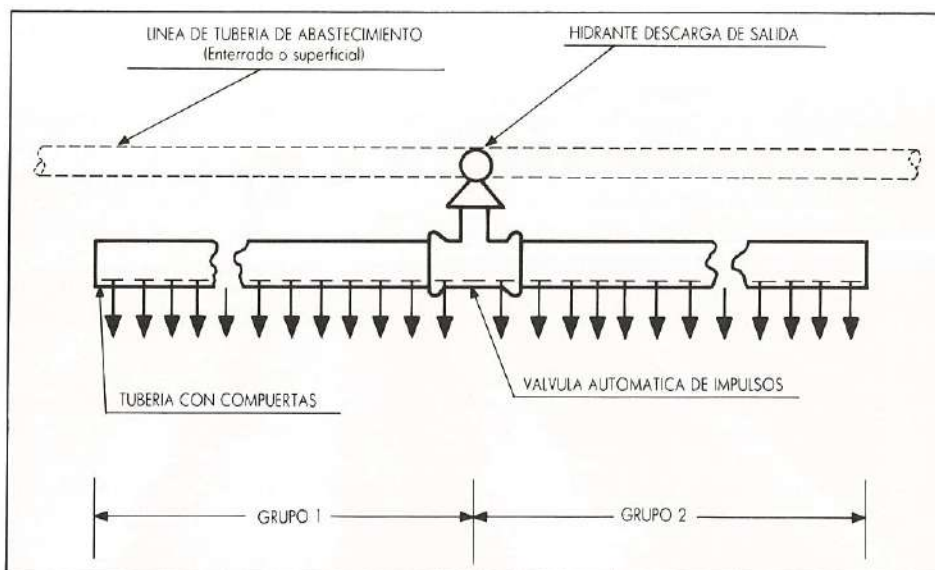


Diagrama de una división en grupos o series de tuberías con compuertas utilizadas para riego por impulsos.

El número de hectáreas que pueden ser atendidas por una sola válvula dependerá de:

- Volumen de agua disponible desde un mismo hidrante.
- Frecuencia de los riegos que necesite el cultivo, en función de la textura del suelo, de su estado de humedad, y de las necesidades intrínsecas de la planta.
- Número de cambios posibles que admita la ubicación de la válvula.

La válvula tiene la posibilidad de adecuarse a terrenos de topografía irregular, sin más que variar el número de compuertas operativas en la tubería y dispuestas a ambos lados de la válvula.

La variación en la duración de los tiempos de apertura y cierre de los ciclos se justifica por la necesidad operativa de suministrar al principio el agua de manera rápida, con objeto de que la lámina de agua sea poco profunda y uniforme. Posteriormente los ciclos se verán reducidos en su duración, es decir, serán más cortos, para que puedan ser controlados de manera más efectiva las escorrentías e infiltraciones en la cola de los surcos.

FUNCIONAMIENTO TECNICO DEL METODO

El hecho de provocar el desvío del agua desde un grupo de surcos al otro, origina que en el grupo de surcos que deja de recibir agua, ésta empiece a ser absorbida por el suelo produciéndose en él una serie de transformaciones físico-químicas.

La estructura del suelo se altera, se disuelven parcialmente los terrones acomodándose las partículas y formando una sedimentación que origina un alisamiento

de la superficie. Aunque el flujo de agua se ha suspendido y consecuentemente la infiltración se ve reducida, las partículas de arcilla contenidas en la tierra continúan con su proceso de hinchazón. Este proceso se repetirá entre cada tiempo de desagüe, de manera que tanto el agua como el suelo captan aire por atracción capilar, bloquean las pequeñas superficies de los poros del suelo, y durante los siguientes suministros de agua la infiltración se va reduciendo, circula el flujo más rápidamente, se consigue un avance mayor y una mejor uniformidad en el riego.

La clave para que se verifiquen todos estos cambios, producto de la interacción agua-suelo, está en el buen funcionamiento de las descargas intermitentes que controla la válvula, especialmente en lo que se refiere a la fijación del tiempo de cada ciclo, ya que su duración dependerá de:

- La rapidez y homogeneidad del avance del agua por los surcos.
- La uniformidad de infiltración del agua en el suelo.
- El control de la escorrentía en el último tramo de los surcos.
- La reducción adecuada de la infiltración y la velocidad con que se produce.

Cuando la aportación de agua a los surcos no se interrumpe hasta que ésta llega al final del mismo, es decir, cuando la inundación es continua, en vez de por flujos intermitentes o impulsos, el avance, aunque continuo, se produce de forma lenta. Así en los primeros tramos del surco se producirá una zona sobrerregada en profundidad, es decir, que un alto porcentaje de agua suministrada se habrá infiltrado y percolado hacia zonas no aprovechables por el sistema radicular de la planta.



FOTO 1. Funcionamiento de la válvula de riego por impulsos acoplada a la tubería de compuertas.

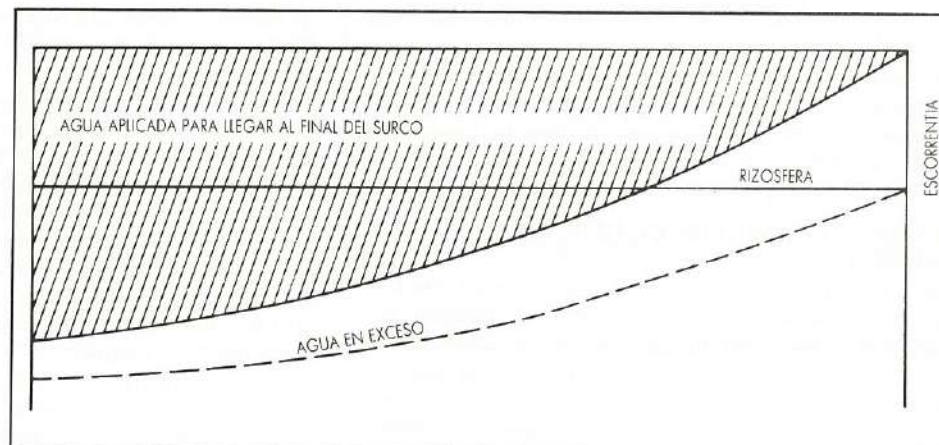


FIGURA 1.

Esto es así, porque al desplazarse el agua hacia el final del surco la oportunidad de infiltrarse es muy grande en su parte frontal, reduciéndose progresivamente a lo largo de su recorrido y siendo la infiltración muy poco profunda en su parte trasera o de cola.

Según se va suministrando agua al suelo, la profundidad del perfil de humedad va aumentando de manera significativa, hasta que por la parte final de los surcos se producen escorrentías que han de seguir un tiempo determinado hasta que se den las mínimas condiciones de perfil húmedo en toda la longitud del surco. Estas pérdidas por escorrentía en las colas y por percolación en los tramos iniciales y medios, nos indica la desigual distribución del agua cuando el riego se efectúa por inundación continua (ver fig. 1)

DESCARGAS INTERMITENTES, CICLOS DE TIEMPO UNICO

En el riego por impulsos, cuando las descargas intermitentes que controla la válvula son para ciclos de un solo tiempo, éste debe ser lo suficientemente largo para que el avance del flujo de agua sobre el suelo del surco, inicialmente seco en toda su longitud, llegue hasta el extremo final del mismo.

Cuanto más largo sea el surco, mayor ha de ser el

tiempo único de ciclo que se fije en el dispositivo automático que lleva la válvula. En un primer ciclo, el flujo de agua llegará más lejos que en los siguientes, probablemente muy cerca de la primera mitad de su longitud total. Mientras el agua va infiltrándose en el grupo de surcos de, por ejemplo, a la derecha de la válvula, ésta cerrará y suministrará agua en un tiempo de ciclo igual al anterior, al grupo de surcos situados a su izquierda. Así seguirá funcionando alternativamente hasta que el agua llegue a los extremos finales de ambos grupos de surcos.

En los siguientes ciclos, de igual tiempo de duración, el avance será más lento y los nuevos tramos regados serán más cortos, y así sucesivamente en cada ciclo posterior. Lógicamente, la posibilidad de infiltración de agua será mayor en los primeros ciclos que en los últimos, pues en éstos el recorrido se efectúa sobre un perfil ya mojado en los anteriores ciclos. La consecuencia de todo esto es que el perfil de humedad será menos pronunciado que el conseguido con el riego continuo que se detalla en la figura 1.

No obstante, este perfil de menos pendiente, aún resulta desigual, ya que en la primera mitad de la longitud del surco el volumen de suelo con agua en exceso

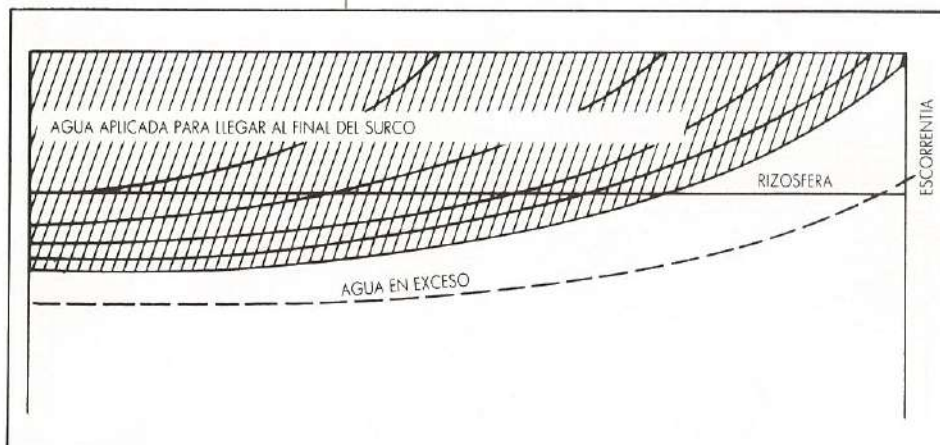


FIGURA 2.

por debajo de la zona radicular es importante, mientras en el tramo de cola resulta insuficiente. Para evitar que las escorrentías en los tramos finales de los surcos sean excesivas, puede ajustarse el tiempo del ciclo de forma manual, contándolo una vez que el agua ha llegado al final, aún a costa de perder algo de perfil de humedad en la cola (ver fig. 2).

DESCARGAS INTERMITENTES. CICLOS DE TIEMPOS VARIABLES

Para aumentar la eficiencia de aplicación de las descargas intermitentes, evitando un excesivo consumo de agua y demasiadas pérdidas por escorrentía, como consecuencia de la rigidez de los ciclos programados con un único tiempo, es necesario usar ciclos cuyos tiempos serán variables en función de las condiciones de campo (textura del suelo, longitud de los surcos, tipo de cultivo, etcétera).

Lo más conveniente, en general, parece ser emplear ciclos de corta duración para los primeros tramos de los surcos y ampliar los tiempos cada par de ciclos hasta llegar con los flujos de agua al tramo final de cola. Una vez obtenido este primer perfil de humedad, se suministrarán los flujos de agua en ciclos de tiempo más reducido.

Operando de esta forma, la duración variable de los tiempos traerá como consecuencia:

- Avanzar distancias sensiblemente iguales en cada ciclo.
- Distribuir el agua de manera más uniforme.
- Obtener un perfil de humedad del suelo más plano, disminuyendo el exceso de agua, por debajo de la rizosfera de la planta.

Si, por ejemplo, un agricultor está regando una parcela que tiene una forma irregular, fija un tiempo de ciclo de 20 minutos para el grupo de surcos situado a la izquierda de la válvula, y un tiempo de ciclo de duración de 50 minutos para el grupo de surcos situado a la derecha de dicha válvula, esperando que ambos lados queden regados a la misma hora, los perfiles de humedad del suelo de los surcos de la derecha e izquierda de

la válvula tendrán una configuración diferente. El problema que se le presenta será el tiempo en que debe efectuar el corte.

Con los tiempos fijados, los surcos de la izquierda se beneficiarán de un tiempo de encendido corto (20 minutos) y un tiempo de apagado largo (los 50 minutos que se está regando los surcos de la parte derecha). Por otro lado, los surcos del lado derecho, al disponer de un largo tiempo de encendido (50 minutos) y un corto tiempo de apagado (los 20 minutos que se está regando los surcos de la parte izquierda), desarrollarán un perfil de humedad del suelo que será muy similar al obtenido bajo un riego por flujo continuo.

En realidad para el riego por impulsos en terrenos con formas irregulares, la solución más eficaz es la de ubicar la válvula en el sitio apropiado, de manera que se modifique la relación de compuertas por cada lado, en vez de la relación de tiempos que es más problemática.

REDUCCION DE FLUJO «VERSUS» REDUCCION DE TIEMPOS

Para que el método de riego por impulsos sea eficiente un factor esencial es poder controlar las escorrentías que se producen en cola de los surcos. La forma de ejercer este control pasa necesariamente por la reducción del tiempo de ciclo, una vez que el flujo de agua ha humedecido el surco en toda su longitud. Una forma de hacerlo consiste en reducir el caudal, es decir, los litros por minuto que sale por cada compuerta, suministrando el agua al mismo tiempo a derecha e izquierda de la válvula. Ahora bien, la reducción del flujo no es conveniente en descargas intermitentes porque provocaría un desajuste en todas las compuertas de salida a los surcos, de manera que las más próximas a la válvula aportarían mayor caudal en terrenos nivelados, o lo harían las más alejadas de la válvula si el terreno adolece de esta nivelación. En cualquier caso, las compuertas intermedias llevarían un caudal tan pequeño que en los surcos correspondientes no llegaría el agua a los últimos tramos de su longitud. No habría escorrentía en cola, pero el perfil de humedad del suelo no sería el adecuado.

La manera de que el método de riego por impulsos o

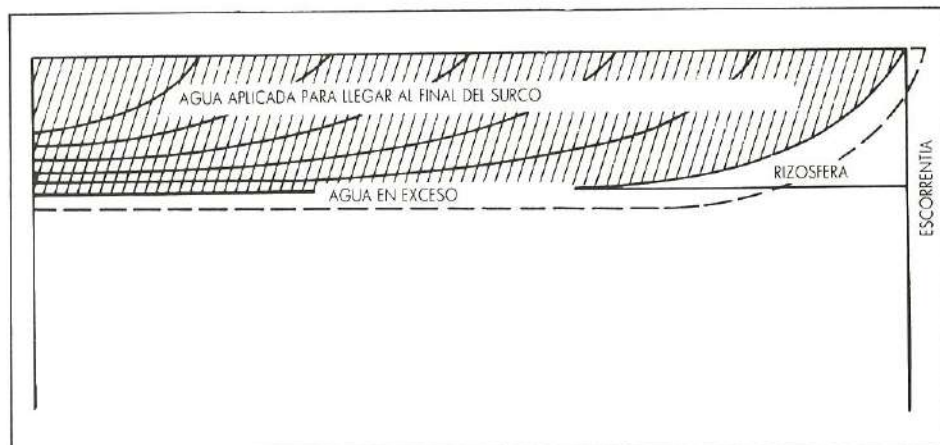


FIGURA 3.

descargas intermitentes responda más eficazmente a las reducciones en el tiempo o en el flujo, es el de reducir la duración del flujo, pero con un tiempo único del ciclo o bien con tiempos de ciclo que sean decrecientes. Al disminuir el tiempo de ciclo se consigue que la otra variable, el flujo por compuertas se mantenga constante siendo por tanto más uniforme y eficaz la aplicación del agua a los surcos.

Si la infiltración es moderada o alta, el recorte uniforme en el tiempo de ciclo es favorable, pues se desvía el agua a los surcos del otro lado de la válvula, antes de que el flujo de agua llegue a los tramos finales del otro grupo de surcos.

Cuando la infiltración es lenta, conviene tiempos de ciclo variables y decrecientes, para que con las descargas intermitentes se eviten las escorrentías en cola de los surcos, después de haber aplicado los primeros ciclos reducidos. Si la infiltración es muy lenta, aún se puede evitar más drásticamente estas escorrentías con estos tiempos recortados y decrecientes, consiguiendo además prevenir el retroceso de agua en los surcos.

VENTAJAS DE LAS DESCARGAS INTERMITENTES

En la descripción del funcionamiento del método de riego por impulsos, ya se han indicado algunas de las ventajas que conlleva la aplicación de agua a los surcos mediante descargas intermitentes, frente al suministro realizado en forma de flujo continuo. Se relaciona el conjunto de los efectos favorables derivados de la aportación de estos flujos de caudal intermitente.

- Avance más rápido del agua en el surco.
- Mayor uniformidad de aplicación y distribución en el suelo.

- Reducción, e incluso eliminación, de escorrentías en la cola de los surcos.
- Posibilidad de aplicar riegos suaves o ligeros.
- Retiene la penetración del agua en la rizosfera.
- Disminuye costos de energía y bombeo.
- Previene el lavado de fertilizantes y otros productos químicos.
- Reduce los requerimientos de mano de obra.
- Mejora el rendimiento potencial de la cosecha.

Las ventajas fundamentales son las señaladas en los tres primeros lugares, pues se puede considerar que las demás son consecuencia directa o indirecta de ellas, pero que por su importancia y repercusión económica queda justificado el ser mencionadas.

Respecto a la mayor rapidez conseguida en el avance del agua por los surcos, debido a las descargas intermitentes que controlan los caudales, su duración y los tiempos interciclos, es evidente que la razón estriba en ese control, en definitiva, en las acciones de «encendido» y «apagado». Durante la fase de apagado, se produce un retroceso del agua en los surcos de un lado de la válvula, que origina un asentamiento de las partículas humedecidas del suelo, volviéndose lisa su superficie externa. Al volver a suministrar el flujo de agua, ésta se desplaza más rápidamente sobre dicha superficie y permite incrementar una mayor longitud de surco humedecido, que en el caso en que los tramos de surco anteriores no se hubieran asentado y alisado. Así seguirá el proceso en los surcos de uno y otro lado de la válvula, hasta llegar a los tramos de cola, evitando escorrentías innecesarias.

En cuanto a la mayor uniformidad de aplicación conseguida con las descargas intermitentes del riego por impulsos, frente al riego de flujo continuo, en esta mo-



FOTO 2. Válvula de riego por impulsos (detalle del mecanismo automático y del panel fotovoltaico de alimentación).

alidad se consigue un exceso de agua en los tramos primeros del surco (ver fig. 1), mientras que en los tramos de cola el perfil de humedad no alcanza los niveles mínimos, ya que parte del caudal se pierde por escorrentía sin darle tiempo a que se infiltre en el suelo.

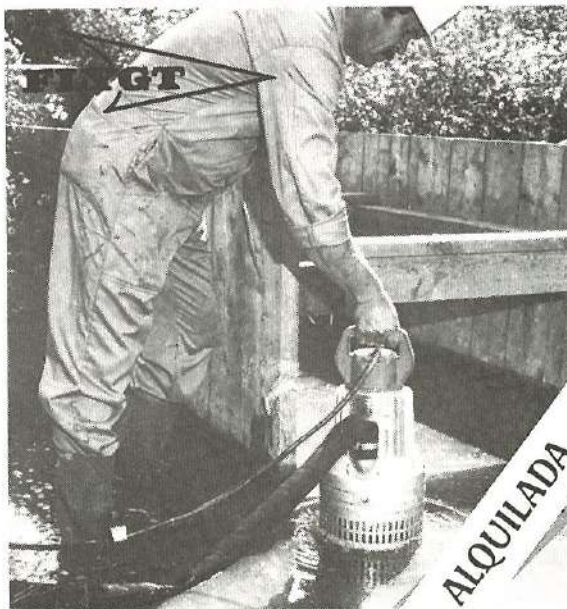
Sin embargo, por medio del riego por impulsos, los intervalos de tiempo de encendido y apagado del mecanismo fotovoltáico de la válvula, permite aplicar el agua de manera más homogénea, distribuyéndola a lo largo del surco con un mejor coeficiente de uniformidad. Las descargas intermitentes hacen posible perfiles de humedad como los indicados en la figura 3 que se describió en el apartado anterior, evitando además las pérdidas por percolación profunda y que el agua no se acumule por debajo de la zona radicular de la planta.

En relación con las pérdidas por escorrentía en la cola de los surcos, que prácticamente resultan inevitables en los riegos con flujo continuo, regando con descargas intermitentes, pueden reducirse e incluso, en condiciones idóneas de textura de suelo y óptima fijación de tiempos de ciclo y flujo, anularse. Cuando el surco se encuentra mojado en toda su longitud, el tiempo de duración del flujo se ha de reducir para que el caudal de agua que entra se aproxime a la cola del mismo lo más posible; los ciclos han de poder ser administrados de forma que pueda ser desviada el agua al otro grupo de surcos, siempre que veamos su proximidad al tramo final, así se minimizarán pérdidas por escorrentía en cola, con lo que además de no despilfarrar agua, se evita el costo adicional del empleo de sifones, bombas o más tramos de tubería para permitir reciclar el agua excedente.

BIBLIOGRAFIA

- Surface Irrigation - Theory and Practice. Wynn R. Walker and Gaybarol V. Skogerboe USU (Utah State University), 1987.
Surge Flow Conference - Texas Agricultural Extension Service, 1984.
Surge Flow Irrigation Field Guide. USDA (Soil Conservation Service), 1986.

¡Póngala donde la necesite!



Alquile una bomba sumergible Flygt.

Economía:

Comprar una bomba para un trabajo eventual o transitorio puede ser una inversión poco rentable. Simplemente alquilela, y pague sólo el tiempo que la utilice.

Disponibilidad:

Usted puede conseguir, **cerca y con toda rapidez**, el equipo de bombeo que necesite.

Servicio:

Detrás del equipo de bombeo que Ud. alquila, está la Organización Técnica TFB, que atiende más de 25.000 instalaciones en España y que le asegura su permanente funcionamiento.

Garantía:

FLYGT tiene la gama de bombas sumergibles más extensa del mundo, y la Red de Servicio TFB es la más completa y eficaz en todo el territorio nacional.

FLYGT es, en España

TFB

TECNICAS DE FILTRACION Y BOMBEO, S.A.

• VENTA • ALQUILER • SERVICIO

Alquiler con opción a compra

MADRID 28040 - Aravaca, 24 - Tel. (91) 533 35 08*
BARCELONA 08013 - Lepanto, 149 - Tel. (93) 232 47 61
BILBAO 48016 (Asua) - Carretera Eliche, 5 - Tel. (94) 453 01 94
VALENCIA (Cuart. de Poblet) - Ernesto García Raga, s/n - Tel. (96) 154 63 15
SEVILLA 41007 - J. M.ª de Ybarra y Gómez Ruil, 28
Polígono Industrial "Ctra. Amanilla" - Tel. (95) 457 30 00

Almería	951 - 26 15 11	Oviedo	985 - 24 39 43
Ciudad Real	926 - 22 25 26	Las Palmas de	
Córdoba	957 - 26 44 58	Gran Canaria	928 - 31 36 17
La Coruña	981 - 23 78 49	Salamanca	923 - 21 58 54
Granada	958 - 20 77 27	San Sebastián	943 - 37 07 06
Huelva	955 - 24 20 18	Santander	942 - 34 76 49
Huesca	974 - 22 59 16	Valladolid	983 - 29 48 38
León	987 - 25 23 75	Vigo	986 - 27 15 07
Málaga	952 - 29 76 98	Zaragoza	976 - 44 28 78
Palma de			
Mallorca	971 - 25 27 81		



AUTOVIA DE SANTANDER



AUTOVIA DE GRANADA



AUTOVIA DE CASTILLA

OCISA

OBRAS Y CONSTRUCCIONES INDUSTRIALES.S.A.

Tecnología punta

Tenemos soluciones de vanguardia para aumentar la rentabilidad y la productividad de su empresa. Tenemos presente el futuro del mercado. Tenemos toda la tecnología punta. Y usted tiene toda una Fira Internacional de Barcelona para conocerla, a través de sus Sectores y Salones especializados.

Barnatec (Tecnologías Urbanas).
Cimática (Diseño, productividad y calidad en la industria).
Logística (Manutención, distribución, transporte y almacenaje).
Maquitech (Máquina Herramienta, deformación metálica y arranque de viruta).
Participaciones Internacionales.

Exposición «4 Motors per a Europa».
Coincidiendo además con los Salones.
Informat (Salón Internacional de la Informática).
Expotrónica (Salón internacional de equipos y componentes electrónicos).

Del 4 al 9 de Junio la tecnología punta estará en FIB'90. Tiene que verla.

CONTRATACIONES BARCELONA