



El sistema de riego localizado

MOISÉS MARIO FERNÁNDEZ DE SOUSA. Área de Experimentación y Demostración Agroganadera. moisesfs@serida.org
GUILLERMO GARCÍA GONZÁLEZ DE LENA. Área de Experimentación y Demostración Agroganadera. ggarcia@serida.org

1. Introducción

El agua ha sido históricamente un factor determinante de la producción agraria. Una gran parte de las superficies cultivables de España y del mundo sufre insuficiencia de precipitaciones, las cuales cada vez con mayor frecuencia se presentan en el momento menos propicio para los cultivos.

Tratando de paliar estas situaciones se diseñan técnicas que pretenden ser cada vez más eficientes en el manejo y conservación del agua. Una de las de mayor éxito, ampliamente aceptada y utilizada, es la de **riego localizado**, que consiste en suministrar el agua de modo que **sólo moje una parte del suelo** de cultivo, aquél donde se desarrollan las raíces.

Además de la aplicación de agua al suelo, este sistema posibilita el aporte de los fertilizantes necesarios. Es aconseja-

ble el suministro **frecuente** de agua, y en **cantidades relativamente pequeñas**, es decir, que el número de riegos en una campaña pueda ser elevado aportando cada vez una cantidad de agua y fertilizantes relativamente pequeña. Se pretende con esta metodología que el agua y los nutrientes estén disponibles en el suelo en las condiciones óptimas para ser extraídos por la planta, y en un nivel prácticamente constante, **sin fluctuaciones** que puedan afectar la producción final del cultivo.

2. Componentes de un sistema de riego

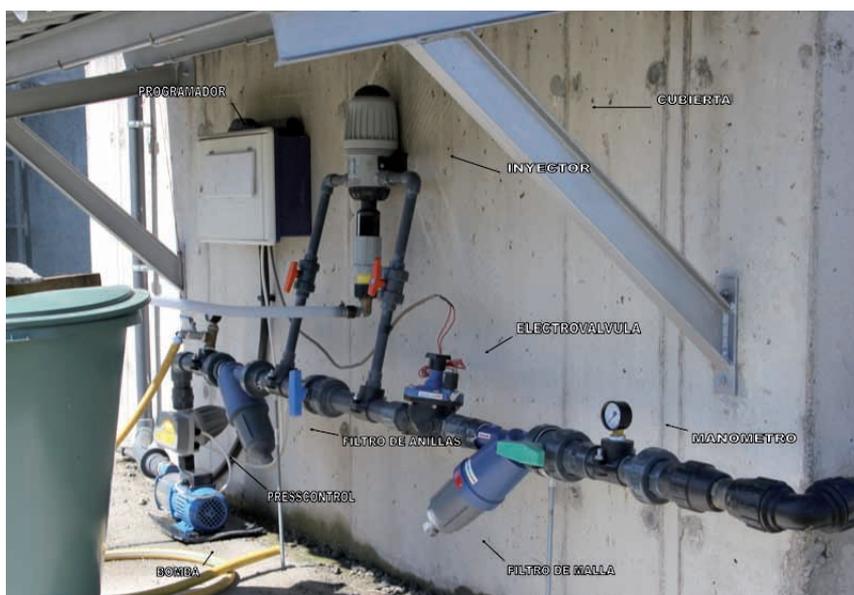
2.1. El cabezal de riego

El **cabezal de riego** es el conjunto de dispositivos situados al principio de la instalación o red de riego localizado con el objetivo de controlar su funcionamiento.



←
Tubería de goteo a pie de cultivo.





Estos variarán en función de las necesidades de: **1)** captación del agua (desde balsas, pozos, red pública, depósitos), **2)** impulsión del agua (bombeo), **3)** limpieza del agua (filtros), **4)** dosificación e inyección de fertilizantes (inyectores), y **5)** dispositivos de control y medida (manómetros, válvulas, etc.).

No siempre es necesario disponer de la totalidad de componentes; los elementos de control dependerán de las necesidades concretas de la explotación y del grado de automatización del sistema.

2.1.1. Captación de agua

El agua utilizada para cubrir las necesidades del riego puede provenir de diversas fuentes de abastecimiento. Pueden ser **aguas subterráneas**, que afloran a través de pozos, o **aguas superficiales** captadas de ríos y fuentes, e incluso de la red pública de donde se ubica la explotación.

Antes de su uso las aguas subterráneas suelen almacenarse en balsas, estanques o depósitos, para facilitar la decantación de arenas, provocar la formación de precipitados mediante aireación si se trata de aguas duras, etc.

El agua proveniente de ríos y fuentes debe someterse a labores de prefiltrado, especialmente si es utilizada sin almacenamiento previo.

↑
Cabezal de riego.

→
Bomba centrífuga.

2.1.2. Bombeo

Normalmente la energía que impulsa al agua de riego resulta del empleo de una o más bombas de agua, que se encargan de que esta llegue a los emisores con la suficiente presión.

Las bombas utilizadas para la captación de agua desde balsas, estanques o depósitos son las denominadas **centrífugas** que, en la superficie, son capaces de aspirar el agua desde una altura máxima de alrededor de siete metros. Para la extracción de agua de pozos se utilizan bombas de otro tipo, llamadas **sumergibles**.

Las bombas se seleccionan por su potencia en **Kw** (kilowatios) o **HP** (caballos), según las necesidades de presión para impulsar el agua y el caudal que se deba suministrar a la **subunidad** de riego que más agua demande; la **subunidad de riego** es la parte de la superficie total cubierta por el sistema de riego y que se riega simultáneamente desde un único punto de control.



La presión de trabajo de una bomba se expresa en unidades **m.c.a.** (metros de columna de agua), o **kgf/cm²** (kilogramos por centímetro cuadrado). El caudal se expresa en **l/s** (litros por segundo), en **l/m** (litros por minuto), y principalmente en **m³/hr** (metros cúbicos por hora). Entre las unidades de presión se establece que **10 m.c.a. = 1 kgf/cm²**, en tanto que entre unidades de caudal **0.277 l/s = 16.67 l/m = 1 m³/hr**.

Las pérdidas de carga son consecuencia de la circulación del agua por el interior de la red de riego. Además de las pérdidas debidas a la fuerza de la gravedad actuando sobre el agua cuando esta circula, están las generadas por la fricción del agua contra la pared interna de las tuberías, y que constituyen la casi totalidad



| 230/400 V 50 HZ | A | | | P1(KW) | | KW | HP | uF | L/m m³/h | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | 140 | 150 |
|--------------------|----------|----------|----------|--------|-----|-----|-----|----|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 1 - | 3 - | | 1 - | 3 - | | | | | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | 140 | 150 |
| | 230 V | 230 V | 400 V | | | | | | | 1,2 | 2,4 | 3,6 | 4,8 | 6 | 7,2 | 8,4 | 9,0 |
| BOMBA 1 | 6,7 | 4,5 | 2,6 | 1,5 | 1,4 | 0,8 | 1,0 | 25 | HF m.c.a. | 41 | 39 | 36 | 34 | 31 | 27 | 22 | 18 |
| BOMBA 2 | 8,4 | 5,3 | 3,1 | 1,8 | 1,8 | 1,1 | 1,5 | 25 | | 54 | 51 | 48 | 44 | 39 | 33 | 27 | 23 |
| BOMBA 3 | 10,2 | 6,9 | 4,0 | 2,3 | 2,2 | 1,5 | 2,0 | 30 | | 65 | 64 | 60 | 55 | 49 | 41 | 34 | 30 |
| BOMBA 4 | . | 8,3 | 4,8 | . | 2,7 | 2,2 | 3,0 | . | | 81 | 78 | 74 | 67 | 60 | 52 | 42 | 37 |

←
Ejemplo de curva de funcionamiento de una bomba centrífuga.

de las mismas. Las moléculas de agua al circular en contacto con la cara interior de la pared de la tubería se frenan por efecto del roce, y a su vez causan el retardo de las moléculas vecinas. Esto provoca una reducción diferencial de la velocidad del agua desde la pared de la tubería hacia el centro de la misma, produciendo la pérdida de parte de la energía que hace circular al agua.

El paso del agua por válvulas, filtros, llaves, accesorios, etc. también genera pérdidas de cargas características de esos elementos, y que están tabuladas por los fabricantes.

El ejemplo del cuadro siguiente permite seleccionar una bomba que cubra las hipotéticas necesidades de una explotación. Supongamos que se necesita una bomba que suministre un caudal de **4.8 m³/hr o 80 l/m**, a **55 m.c.a.** o **5.5 kgf/cm²**.

En la tabla buscamos los **m.c.a.** que al menos igualen los requeridos, (en rojo, 55). Ahora buscamos los **m³/hr** demandados, (en rojo 4,8). Comprobado que se cumplen ambos requisitos vamos a la columna de la izquierda, donde se indican las bombas disponibles, y seleccionamos la adecuada, (en rojo, la bomba 3).

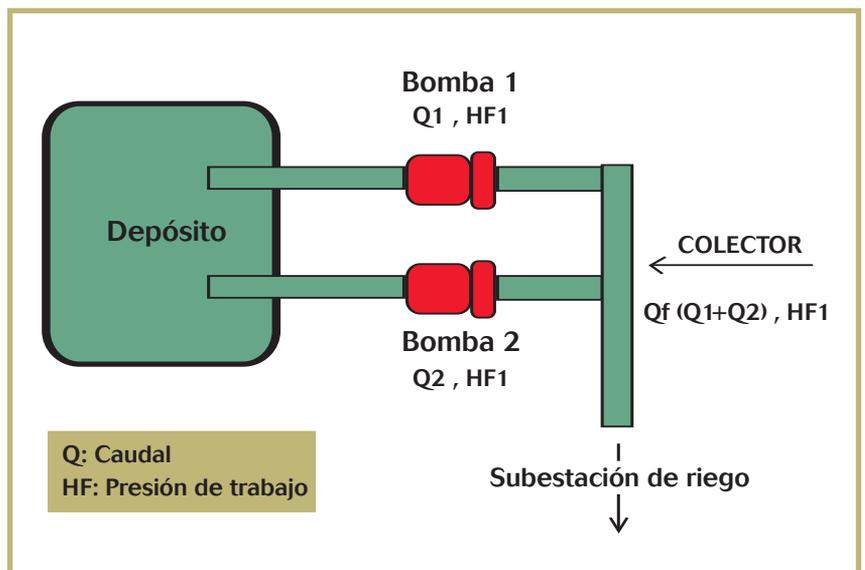
Si se dispone de más de una bomba en el cabezal de riego, estas pueden instalarse en **serie** o en **paralelo**. Dos bombas iguales conectadas **en serie** proporcionan el caudal de una sola de ellas, pero suman sus presiones duplicando la presión de trabajo. Conectadas las bombas **en paralelo**, entregarán la suma del caudal suministrado por cada una, funcionando a la presión de trabajo de una de ellas.

Esta última es la forma de conexión más aconsejable cuando se dispone de dos bombas iguales. En caso de avería de una bomba se puede seguir regando con la otra mientras la averiada es reparada, cosa que no es posible teniendo una sola bomba o estando dispuestas en serie.

La presión de trabajo de una bomba se controla mediante el **presostato**, un dispositivo electromecánico dotado de dos muelles regulables, uno de mínima, para el arranque, y otro de máxima para la parada; ambos determinan el intervalo de presión a la que queremos que funcione la bomba, por ejemplo entre 3 y 6 kgs/cm².

Cuando se activa el sistema hay una súbita caída de la presión por debajo de la regulada en el muelle de mínima, la bomba arranca, y solo parará cuando la presión se incremente hasta el valor establecido en el otro muelle.

↓
Esquema de instalación de bombas conectadas en paralelo.





El sistema suele disponer también del llamado **vaso de expansión** que absorbe las variaciones de volumen debidas al aumento de la temperatura del agua por la exposición al sol.

Actualmente, en sistemas de riego de pequeño tamaño, el presostato se sustituye por el **presscontrol**, y se prescinde del vaso de expansión ya que las tuberías de polietileno toleran la pequeña dilatación del agua sin apenas deformación. El **presscontrol** más adecuado se selecciona en función de la presión de arranque mínima necesaria para la bomba, y la diferencia de altura entre la ubicación de esta y la altura adonde debemos conducir el agua.

No siempre hay que recurrir al empleo de bombas; no se necesitan cuando el agua proviene de una red pública con suficiente carga hidráulica, o está almacenada en depósitos emplazados a suficiente altura.

2.1.3. Limpieza del agua, los filtros

Generalmente el agua de riego transporta impurezas que hay que eliminar para que no generen problemas de funcionamiento en la instalación. Las incidencias más recurrentes son las obstrucciones de los emisores.

Para la limpieza del agua se emplean diferentes artefactos llamados **filtros**, contruidos según la naturaleza de las partículas que tengan que separar. Los filtros más frecuentemente empleados en los cabezales de riego son:

El hidrociclón: no es un filtro propiamente dicho, sino un decantador. Se utili-

←
Bomba de agua con presostato y vaso de expansión.

→
Hidrociclón.



za para separar partículas gruesas del agua, fundamentalmente arenas, principalmente si regamos con agua de pozos que las contienen. Se instala entre la válvula de aspiración y las bombas impulsoras.

El filtro de arena: es un elemento básico para la eliminación de las partículas orgánicas arrastradas por el agua, y de partículas minerales cuyo calibre sea similar al de la arena filtrante. Se colocan inmediatamente después del grupo de impulsión.

Se recomienda instalar dos unidades, cada una con la mitad de la capacidad necesaria, de forma que pueda realizarse la limpieza de un filtro con el agua filtrada previamente por el otro, lo que se conoce como **retrolavado**.

→
Filtros de arena dobles, y esquema de montaje.





← Filtro de anillas y cartucho.

Actualmente estos filtros de arena se utilizan cada vez menos, y se sustituyen por filtros de anillas autolimpiantes.

El filtro de anillas: el elemento filtrante es un conjunto de discos que se apilan formando un cartucho con multitud de orificios correspondientes a ranuras marcadas sobre las caras de los discos. Se colocan inmediatamente después del equipo de impulsión. Las partículas orgánicas que transporta el agua se depositan en las ranuras formadas por la superposición de los discos.

El filtro de malla: es imprescindible en cualquier sistema de riego, especialmente cuando se realiza fertirrigación. Filtran partículas de aguas no muy sucias, y se instalan a continuación del punto de inyección de los fertilizantes. Si no se hacen cuidadosamente las disoluciones se pueden obstruir con rapidez, aunque son muy fáciles de limpiar.

El filtrado y limpieza del agua de riego es una labor fundamental del mantenimiento y conservación de los elementos del sistema de riego, de la que depende la eficiencia y economía de la utilización del propio sistema.



← Filtros de malla de diferente grado mesh.

2.1.4. La inyección y dosificación de fertilizantes

La **fertirrigación** consiste en utilizar el agua de riego para suministrar los ele-

→ Venturí.

mentos minerales que necesitan las plantas, en la cantidad adecuada y en el momento idóneo para su desarrollo.

La sección del cabezal de riego que realiza esta labor se denomina genéricamente **inyector**, y en la práctica está compuesto por: **a) el depósito** o depósitos de fertilizantes, y **b) el inyector** o inyectores propiamente dichos.

El proceso puede ser sencillo y realizado por el responsable de la explotación cada vez que deba suministrar elementos fertilizantes al cultivo, o bien muy sofisticado si se automatiza el suministro de todos y cada uno de esos elementos.

En el primer caso es suficiente disponer de un solo depósito para disolver los abonos, combinando fertilizantes en sus formas más simples compatibles entre sí, o como fórmulas compuestas comerciales.

Para una automatización más compleja ha de disponerse de al menos dos depósitos para mezclas de fertilizantes no compatibles entre sí, y de un tercer depósito para contener ácido si se hace el control de la acidez de la solución.

El **inyector** aspira la solución del depósito, mide un cierto volumen, y lo vierte en el flujo de agua circulante. Los inyectores pueden ser: **a) hidráulicos**, **b) hidromecánicos**, o **c) eléctricos**.

El inyector hidráulico más elemental es el **venturí**. Es un tubo formado por dos conos de diferente longitud, solapados en sus vértices presentado un estrechamiento en la zona de unión. El paso del agua por el estrechamiento provoca consecutivamente la aceleración y desacele-



ración del agua, originando una diferencia de presión que provoca la aspiración de la solución.

Es un artefacto muy económico y de instalación fácil, aunque su calibración es poco precisa. Origina una pérdida de carga en el cabezal. Se suele utilizar cuando se dispone de un solo depósito para solución fertilizante.

Los inyectores hidromecánicos, técnicamente denominados **bombas de pistón**, se activan al paso del agua por ellos. El agua acciona un émbolo que aspira e introduce en el sistema una cantidad de solución fertilizante equivalente al volumen generado en su recorrido, regulable hasta el 30% del volumen de agua que pasa por el cabezal.



Se utilizan con un solo depósito de solución fertilizante, las cantidades de fertilizantes se pueden determinar con precisión, ocasionan poca pérdida de carga, pero necesitan una mínima presión para realizar el trabajo.

Los inyectores eléctricos son pequeñas bombas de pistón o de membrana, que introducen un volumen exacto de solución en el sistema. El arranque, el tiempo de funcionamiento, y la simultaneidad están predefinidos en un programador.

Se utiliza principalmente en cabezales de riego con gran número de subestaciones, la cantidad de abono suministrada es exacta, el funcionamiento es totalmente automático y sin pérdidas de carga en el sistema.

→
Bombas de pistón, para inyección de fertilizantes.



←
Inyector hidromecánico.

2.1.5. Control y medida del sistema:

Existen una serie de dispositivos en el cabezal de riego que nos permiten comprobar la eficiencia del funcionamiento. Estos son básicamente:

Manómetros: dispositivos diseñados para medir la presión en el sistema. Van colocados a la entrada y salida de agua de la bomba, de los filtros, etc. y determinan la pérdida de carga que está produciendo.

Contadores y caudalímetros: son dispositivos mecánicos, o electromecánicos, que nos indican la cantidad total de agua utilizada en el riego (volumen), y también la cantidad de agua que está pasando en un momento dado, el caudal instantáneo.

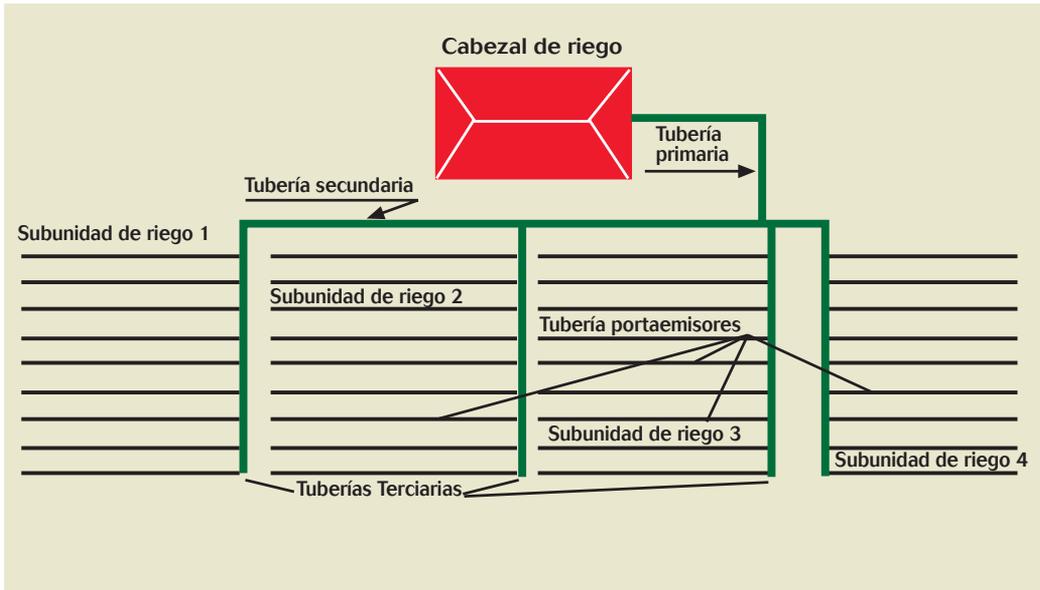
Programadores: son aparatos electrónicos capaces de memorizar y ejecutar en el tiempo las órdenes que controlan el funcionamiento de las partes del sistema como válvulas, inyectores, etc.

2.2. El sistema de distribución

El sistema de distribución, o red de riego, es el conjunto de tuberías que transportan el agua, ya sola o con elementos fertilizantes disueltos, hasta los emisores que se encuentran junto al cultivo. Se compone básicamente de:

1) **tuberías primarias y secundarias:** están fabricadas en plástico de polietileno (PE). Conducen el agua hasta las unidades de riego, normalmente enterradas a poca profundidad.

2) **tuberías terciarias:** también fabricadas en PE, distribuyen el agua por las subunidades de riego. En ellas se conec-



Esquema de un sistema de riego.

tan los ramales portaemisores, y no van enterradas.

3) los **ramales portaemisores**: contienen los mecanismos de reparto del agua sobre la superficie a regar, los llamados **emisores**.

4) los **emisores**: son los elementos más importantes y delicados de la instalación de riego localizado. Son básicamente de dos tipos: los **goteros**, emisores del riego por goteo con caudal hasta 16 l/h, y los **microaspersores y difusores**, usados en microaspersión, con caudales mayores de 16 l/h.

sensibles a la variación de la presión provocan que, ante modificaciones de la misma, se produzcan grandes variaciones en el caudal de agua. Por otro lado, los goteros **autocompensantes**, no alteran prácticamente el caudal ante variaciones importantes de la presión. Debido a esta capacidad de control del caudal, son los más empleados.

Lo habitual es emplear goteros que dispensen un caudal bajo, hasta 4 l/h. para cultivos de hortalizas, y de mayor caudal, 8 y 16 l/h. para arbustos y árboles frutales.

Bulbo húmedo.

Goteros

Están diseñados para disipar la energía del agua y suministrarla a la planta, gota a gota, de manera controlada.

Un **gotero** debe ser poco sensible a las variaciones de presión y muy uniforme en su funcionamiento, esto es, debe surtir una cantidad exacta de agua sin obstruirse. Para ello, es preciso que los orificios de salida del agua sean muy pequeños, por lo que se pueden obstruir con relativa facilidad. Normalmente están diseñados para trabajar a la presión nominal de 1 kg/cm².

Existen diferentes tipos de goteros disponibles en el mercado. Los que son muy



→
Microaspersor y difusor.

El agua que suministra cada gotero moja un volumen de suelo denominado **bulbo húmedo**.



Microaspersores y difusores

Los **microaspersores y difusores** son dispositivos que suministran el agua en forma de gota muy pequeña, como de lluvia fina los primeros y más fina aún los segundos. Funcionan normalmente a 1,5 - 2,5 Kg/cm², con gran uniformidad, gasto de 20 a 300 litros por hora, y diámetros de cobertura desde 2,00 hasta los 10,00 metros.

Los microaspersores poseen un mecanismo móvil, la **bailarina**, que gira al impactar sobre ella un fino chorro de agua que pasa por una **tobera**, provocando su rotura y proyectando las gotas alrededor. Los difusores no poseen partes móviles. En su caso el fino chorro de agua impacta sobre una **pantalla** cóncava anclada en el cuerpo del dispositivo.

↓
Microaspersor colgado, en cultivo del kiwi.



Los fabricantes comercializan una amplia gama de bailarinas y toberas con diferentes diámetros de paso y ángulos de cobertura, y pantallas con diferentes grados de concavidad, en función de las necesidades de caudales y áreas de cobertura requeridas por un cultivo determinado. Los colores de los componentes determinan el rango de funcionamiento.

Los microaspersores y difusores se diseñan para funcionar en posición vertical, normal o invertida, plantados en el suelo sobre varillas, o colgados, unidos a las tuberías portaemisores mediante microtubos de polietileno.

No deben emplearse cuando haya viento o en zonas muy expuestas a vientos fuertes, pues la deriva del agua hará imposible la aplicación localizada.

Los microaspersores se utilizan tanto para el riego al aire libre como en invernadero, en cultivos de vegetación alta, en hileras como los kiwis, o de porte bajo, ej.: plantas cultivadas en maceta, etc. Los difusores se utilizan preferiblemente en áreas abrigadas o cerradas como semilleros, mesas de cultivo, umbráculos, etc.

Referencias bibliográficas

- W. ISRAELSEN & E. HANSEN. Principios y Aplicaciones del Riego. Editorial Reverté S.A. 1975.
- J. A. MOYA TALENS. Riego Localizado y Fertirrigación. Ediciones Mundi-Prensa, 1998.
- JOSÉ LUIS FUENTES YAGÜE. Técnicas de Riego. I.S.B.N.: 84-341-0772-4. IRYDA – 1992. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- VIRGILIO PLANA ARNALDOS. Manejo y Mantenimiento de Instalaciones de Riego Localizado. Consejería de Agricultura y Agua. C.A. de la Región de Murcia, 2008.
- RAFAEL FERNÁNDEZ GÓMEZ. [ET AL.]. Manual de riego para agricultores. Módulo 1. *Fundamentos del riego*. ISBN 978-84-8474-133-6. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla - 2010.
- RAFAEL FERNÁNDEZ GÓMEZ. [ET AL.]. Manual de riego para agricultores. Módulo 4. *Riego localizado*. ISBN 84-8474-135-4. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla - 2010. ■