



MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, PESCA  
Y ALIMENTACIÓN

SECRETARÍA GENERAL  
DE AGRICULTURA Y  
ALIMENTACIÓN  
DIRECCIÓN GENERAL  
DE DESARROLLO RURAL

SUBDIRECCIÓN DE REGADÍOS  
Y ECONOMÍA DEL AGUA

**o**center  
CENTRO NACIONAL DE  
TECNOLOGÍA DE REGADÍOS

# GUIÓN DE LAS INSTALACIONES

CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA DE  
REGADÍOS





## INDICE

1.- INSTALACIONES.....	4
2.- CAPTACIÓN .....	6
3.- ESTACIÓN DE BOMBEO .....	7
4.- BALSA .....	9
5.- TRATAMIENTO POR OZONO .....	10
6.- DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE RIEGO.....	11
7.- DRENAJE.....	17
8.- OTROS EQUIPOS. ....	17

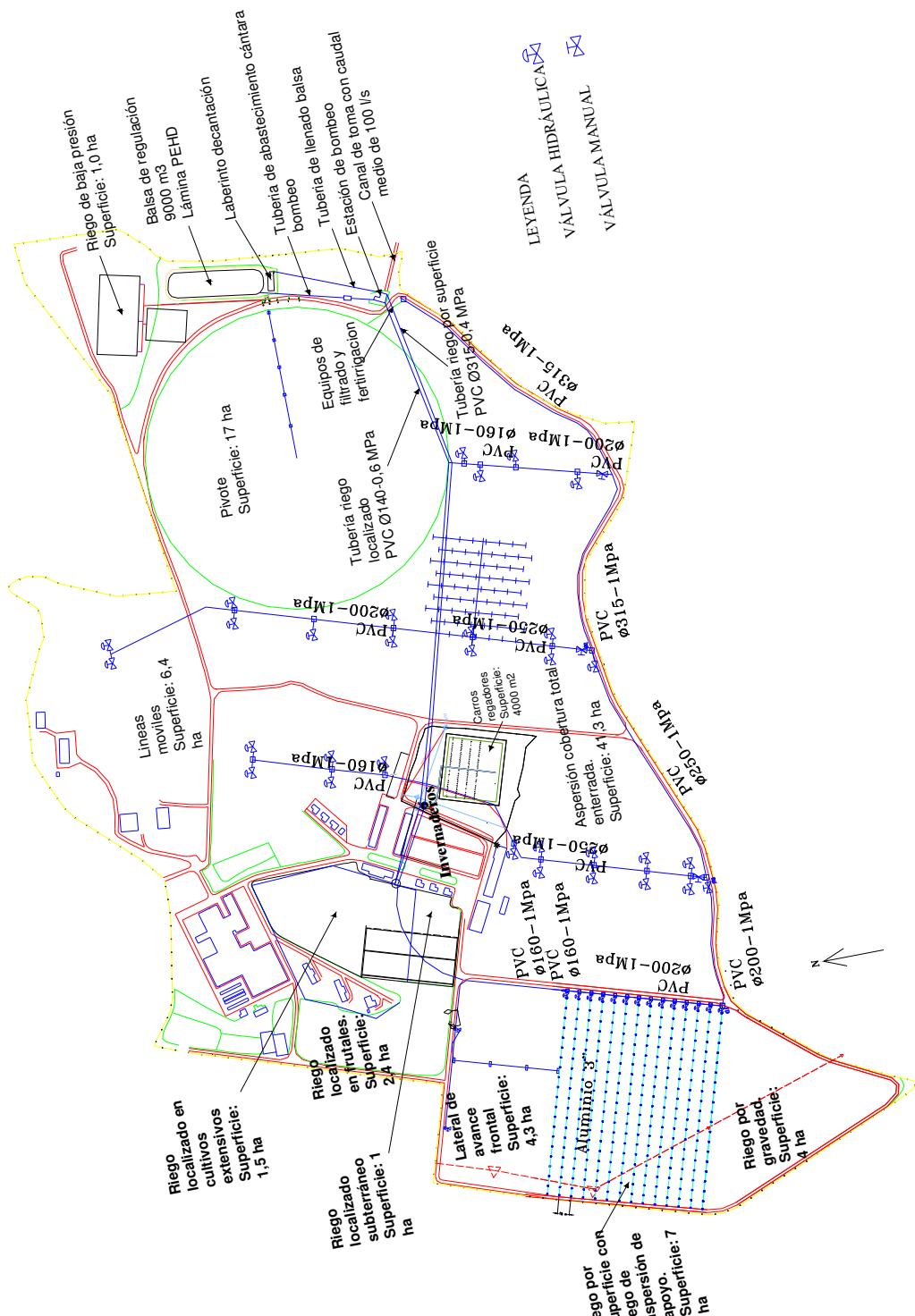
## 1.- INSTALACIONES

---

La finca agrícola “El Palomar”, perteneciente al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, se encuentra situada en el término municipal de San Fernando de Henares (Madrid). Posee una extensión de 108 ha, de las cuales 82 están en regadío. En ella están representados una gama muy completa de sistemas de riego: Riego localizado, tanto en superficie como goteo subterráneo, aspersión (cobertura total enterrada, líneas móviles de baja presión, pivot, lateral de avance frontal, carros de riego), y riego por gravedad mediante surcos. De entre los equipos auxiliares de riego presentes en el center, destacamos un sistema de telecontrol mediante el cual se gestiona el riego de la finca, una balsa de almacenamiento y regulación de 9000m<sup>3</sup> de capacidad, una estación de bombeo, sistemas de desinfección del agua de riego mediante cloración y ozonización, estación agroclimática, así como los correspondientes equipos de filtrado, valvulería, contadores, etc..

La distribución por superficies de los distintos sistemas de riego se muestran en el siguiente cuadro resumen:

Sistema de riego		Nº de ha
Gravedad	Surcos	4,36
Aspersión	Cobertura total enterrada	42,11
	Baja Presión	2,15
	Riegos de apoyo	6
	Carros de riego	1
	Pivot	17
	Lateral de avance frontal	3,96
Riego localizado	En superficie	2,4
	Subterráneo	3,24
	En invernadero	0,17



## 2.- CAPTACIÓN

La finca se encuentra en la margen derecha del río Henares muy cerca de su confluencia con el río Jarama.

El agua necesaria para el riego de la finca se toma desde el río Henares, mediante una derivación a través de un canal. Esta derivación se realiza gracias a un azud existente aguas abajo del mismo cauce, y que permite alcanzar el nivel de agua suficiente para que esta entre por gravedad por el canal hasta una cántara de aspiración. El canal está construido en hormigón armado H-200, tiene 1m de ancho y por el circula un caudal medio de 100 l/s y un caudal máximo de 130 l/s. La regulación del canal se consigue mediante una compuerta de acero inoxidable situada a la entrada del canal.





### 3.- ESTACIÓN DE BOMBEO

La estación de bombeo realiza dos funciones fundamentales, el llenado de la balsa y la impulsión del agua a la red de riego.

Para llenar la balsa se cuenta con dos grupos moto-bomba que toman el agua de la cántara de aspiración en la cual desemboca el canal y la impulsan hacia la balsa. Esta tubería de llenado de la balsa es de PVC DN 400 y PN 10, en ella hay instalado un sistema de dosificación de cloro gaseoso mediante inyección por vacío, así se logra una desinfección del agua de riego que se toma del río Henares. La inyección se realiza de forma automática, de tal modo que la cantidad de cloro gaseoso inyectado es proporcional al caudal que circule en ese momento por la tubería de llenado. El agua permanece en la balsa entre 24 y 48 horas, tiempo necesario estimado para la evaporación del cloro.



Desde la toma de fondo de la balsa, el agua vuelve por gravedad mediante una tubería de PVC, DN 400 y PN 10 hacia la estación de bombeo. Antes de llegar a la cántara de aspiración, el agua pasa a través de un tamiz filtrante autolimpiante con paso de 6 mm.

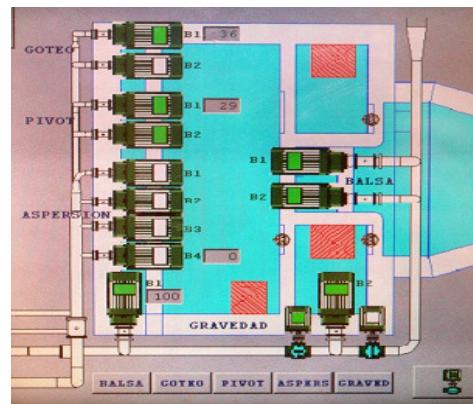


Una vez en la estación de bombeo, el agua desinfectada proveniente de la balsa, se impulsa hacia los distintos sistemas de riego. Cada sistema de riego es alimentado por sus propias bombas, existiendo cuatro grupos en función de las distintas necesidades de presión y caudal requeridas en la finca por cada sistema de riego (gravedad, aspersión, goteo y pívot). Cada grupo de bombas tiene un variador de velocidad.



El caudal nominal de las bombas es de 50 l/s y la altura manométricas de 5,8 m.c.a.. Los grupos son de 5,5 kW y funcionan a 1.480 r.p.m..

Las características de los equipos de bombeo son las siguientes:



	Nº de grupos	Nº de etapas	Potencia (kW.)	Alt. Manométrica (mca)	Caudal (l/s)	r.p.m.
Gravedad	2	1	11	12	50	1480
Aspersión	4	7	22	58	24	1480
Pivot	2	6	22	45	30	1480
Goteo	2	5	22	40	24	1480

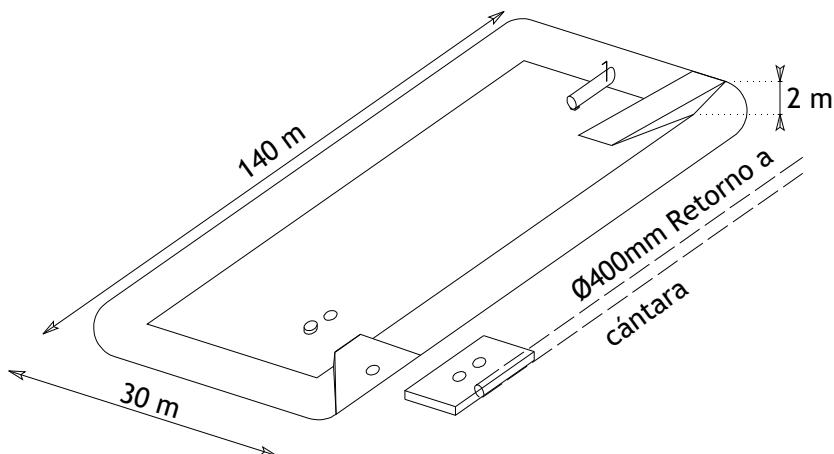
Hay también instalado un analizador de redes, que informa de todas las incidencias en la red eléctrica.

En cada uno de los colectores que abastecen a cada uno de los sistemas de riego hay un contador electromagnético, que permite controlar en cada momento el volumen consumido y el caudal de servicio.

En estos colectores también hay transductores de presión que informan al autómata de la estación de cuál es la presión de servicio.

## 4.- BALSA

La balsa tiene una capacidad de 9000 m<sup>3</sup>, está impermeabilizada con una lámina de PEHD de 1,5 mm de espesor, sobre geotextil antipunzonamiento. Sus dimensiones son 140 x 30 x 2 metros.



Previo a la balsa existe un laberinto de decantación donde la materia orgánica en suspensión que lleva el agua se deposita en el fondo, debido a que el agua circula por aquí con una velocidad muy pequeña.

Existen dos sensores de nivel que dan la orden de arrancar y parar las bombas de llenado de la balsa, cuando el nivel del agua llega al superior, paran las bombas, mientras que si llega al inferior arrancan de nuevo.



## 5.- TRATAMIENTO POR OZONO

El agua de riego del goteo es usada para el riego de extensivos, frutales, viña, vivero forestal, invernaderos y jardinería.

Debido al uso del agua que se da es necesario que esté totalmente libre de agentes patógenos, por lo que es preciso desinfectarla una segunda vez y el método elegido es el de desinfección por OZONO.

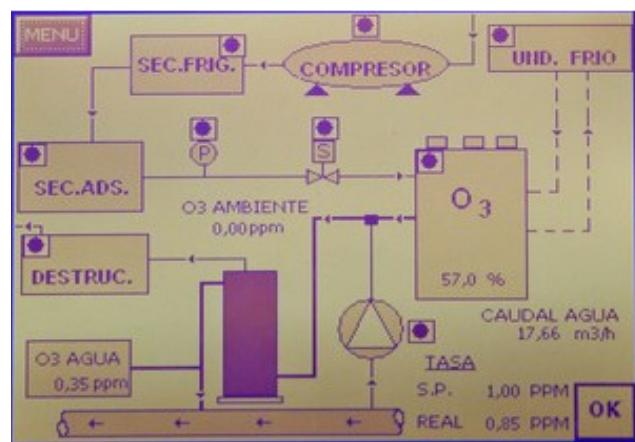
Consiste en generar ozono a partir del oxígeno que existe en el aire e inyectarlo en la tubería del goteo para producir la desinfección.

Para generar este ozono el aire tiene que tener unas determinadas características (que esté libre de humedad, presión elevada) por lo que existe un compresor, un secador frigorífico y un secador de absorción.

Posteriormente el aire pasa al generador de ozono y de aquí se inyecta a la red de goteo mediante un bomba.

Un analizador de ozono controla en todo momento el ozono que hay que inyectar, pues depende del caudal.

El ozono que no se ha combinado se destruye.





## 6.- DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE RIEGO

### 6.1.- Riego por gravedad.

Desde el bombeo una tubería de PVC DN315 mm conduce el agua hasta las parcelas de riego por superficie.

Se aplica el agua por surcos, de 300 metros de longitud y pendiente del 0,07 %.

### 6.2.- Riego por aspersión.



Existen cuatro grupos moto bomba para abastecer a los sistemas de riego por aspersión, cuyas características son:

Nº de grupos	Nº de etapas	Potencia (kW)	Altura manom (mca)	Caudal (l/s)	rpm
4	7	22	58	24	1480

El sistema de filtrado utilizado para abastecer los sistemas de riego por aspersión con un conjunto de tres filtros de malla autolimpiables.

Hay también instalada una válvula anticipadora de onda. Se trata de una válvula de control automática diseñada para proteger el sistema de impulsión aliviando el golpe de ariete provocado por violentos cambios en la velocidad del fluido cuando la bomba se detiene. La válvula abre inmediatamente al comienzo de la onda negativa producida, aliviando la onda de alta presión de retorno al exterior. La válvula también aliviará el exceso de presión si el sistema supera un límite establecido preajustado, manteniendo este nivel máximo en la línea.





### 6.2.1.- Cobertura total enterrada.

Se riegan por este sistema un total de 42 ha. El marco es triangular, con separación de veinte metros entre aspersores y dieciocho metros entre líneas. La altura de caña es de 2,5 m para posibilitar el cultivo del maíz.

Los aspersores utilizados son de impacto, con doble boquilla y vaina prolongadora.

En los bordes de la parcela hay instalados aspersores sectoriales.

Sus características son:

<b>Boquillas (")</b>	3/16 + 3/32
<b>Presión (mca)</b>	36 - 42
<b>Caudal (l/h)</b>	2200
<b>Radio de alcance (m)</b>	16,6
<b>Pluviometría (mm/h)</b>	5,4



### 6.2.2.- Líneas de aspersión para riegos de apoyo en la parcela de gravedad.

En la parcela de riego por surcos se han instalado 14 válvulas hidráulicas de 3", a las que se acoplan tuberías de aluminio, en la que se instalan aspersores.

Cada uno de los ramales tienen 21 aspersores con un caudal nominal de 1.850 l/h a 3,5 bar de presión con un marco de 18x15 m y 6,9 mm/h de pluviometría.

La superficie cubierta por las 14 líneas de aspersión es de 6 ha, ocupando cada una 4.615 m<sup>2</sup>.



Los hidrantes están alimentados por una tubería de PVC de 160 mm de  $\phi$  y 1 MPa de presión nominal.

#### 6.2.3.- Baja Presión

Existen 4 zonas con aspersores que trabajan a baja presión, con marcos, caudales, presión y altura distintos. Los 4 sectores se alimentan por válvulas hidráulicas con salida de 3" y tienen un regulador de presión para ajustar la presión consigna de cada sector.



El sistema de filtrado es mediante filtros de malla autolimpiables por diferencia de presión. El grado de filtración es de 120 micras.



Sector	Marco (ml)	Caudal (l/h)	Presión (atm)	Altura del aspersor (ml)
1	15 x 12	1340	2.5	0.75
2	12 x 12	980	2.5	0.75
3	10 x 10	411	2	1.00
4	10 x 8	220	2	0.75

#### 6.2.4.- Carro de riego vivero.

Hay 1 carro de riego para vivero de planta forestal que riega una superficie de 250 m<sup>2</sup>. Los riegos se controlan mediante un software instalado en un PC que se encuentra en la caseta de bombeo.

Dos bombas alimentan el carro de riego y el riego del invernadero. Las dos bombas tienen variadores de velocidad, y se alimentan de un depósito de 200 m<sup>3</sup> prefabricado con placas de hormigón. Se trata de bombas multicelulares verticales de 3 kW. 1,4/3,6 l/s a 88/47 mca.

Un cabezal de fertirrigación controla de forma automática la fertirrigación de vivero e invernadero, además de los distintos programas de riego de los viveros.



#### 6.2.5.- Píivot

Ocupa una superficie de 17 ha, abarcada por una máquina de 232 metros de radio, con la peculiaridad de disponer de cuatro cartas de riego con las siguientes características:

El tiempo mínimo en dar una vuelta es de 8,8 horas.



El sistema de filtrado es mediante filtros de anillas con disposición en estrella, con 10 cartuchos agrupados de dos en dos para la limpieza automática, que se realiza por tiempo o por diferencia de presión entre la entrada y salida de los filtros. El grado de filtración es de 200 micras.



	<b>Caudal (l/s)</b>
Aspersor	35
Rotator	25
Difusor	20
Difusor	17

La limpieza se realiza a contraflujo con separación de las anillas entre sí y giro a alta velocidad de las mismas produciendo el desprendimiento de los restos de suciedad por centrifugación. Todo el proceso sincronizado en 4 etapas diferenciadas.

#### 6.2.6.- Lateral de avance frontal.

De 160 metros de longitud y 270 metros de recorrido.

Tiene como emisor un rotator, con un caudal de consumo de 19 l/s. El tiempo mínimo en dar un riego es de 2,2 horas.

El lateral está conectado a la red de riego de aspersión por una tubería flexible de caucho.



#### 6.3.- Riego Localizado.

También se desdobra en diversas variantes dentro de las seis hectáreas que cubre este sistema de riego:

Existe un equipo de fertirrigación conectado a la red de riego por goteo, con 4 tanques para fertilizante, con software para control automatizado de la fertirrigación, control de pH y CE. El funcionamiento de este equipo es mediante bombas inyectoras que suministran fertilizante de cada uno de los tanques a un tanque de mezclas desde el cual otra bomba inyecta la mezcla a la red. La configuración básica del programador está preparada para 12 entradas de sensores, 14 entradas digitales, 28 salidas generales y 14 salidas para electroválvulas de riego, filtros, etc.



### 6.3.1.- Riego localizado en superficie.

El riego de las 2,4 ha de cultivo variable, se puede realizar mediante riego por goteo. La superficie está separada en cuatro sectores, pudiéndose regar dos simultáneamente. El marco de plantación del cultivo puede ser variable.

El sistema de filtrado es mediante 3 filtros de anillas, con limpieza automática realizada cuando se alcanza una diferencia de presión entre el colector de entrada y salida o bien por tiempo. El grado de filtración es de 100 micras. Existe también una unidad de control (programador), que permite modificar cualquier parámetro del equipo de filtración.



### 6.3.2.- Riego localizado subterráneo.

Está colocado en una parcela de cultivo extensivo y en alguna superficie de la zona ajardinada.

La parcela de riego subterráneo ocupa 1 ha de terreno, con ramales separados 0,75 m y goteros a 0,6 m entre goteros. Los ramales están enterrados a una profundidad de unos 30 cm.

El gotero es modelo Agrometzer, con Treflán incorporado (herbicida), autocompensante y de 3,5 l/h.

Existe otra parcela de 2,15 ha plantada de viña con goteos subterráneo (con 3 tipos de patrones), con ramales separados 4 metros y goteros separados 0.75 m. Los goteros son autocompensantes de 4 l/h.

Sistema de 6 filtros de anillas con cartuchos dobles, con limpieza automática realizada cuando se alcanza una diferencia de presión entre el colector de entrada y salida o bien por tiempo. El grado de filtración es de 100 micras.

## 7.- DRENAJE.

La parcela situada más al norte de la finca, se encuentra atravesada de noreste a suroeste en su parte central por un dren interceptor, enterrado a una profundidad media de 2 m, y diseñado para evacuar un mínimo de 3,7 l/s y un máximo de 10 l/s. El dren está formado por una tubería de PVC corrugado de 200 con una pendiente de 1% . El tubo está enterado en zanja con una envolvente formada por grava con diámetro máximo de 2 cm.

Esta conducción desemboca en un pozo de bombeo, en el que se encuentran 2 bombas que elevan 10 l/s a una altura de 6 metros, hasta introducir el agua en la red de saneamiento.

## 8.- OTROS EQUIPOS.

### 8.1.- Estaciones agroclimáticas.

En la finca, hay instalada una estación agroclimática completa, está formada por una estructura de acero galvanizado de 2m de altura, en la que están sujetos los siguientes elementos: sensores de temperatura y humedad (termómetro e higrómetro), sensores de viento (anemo-veleta), y sensores de radiación (piranómetro). Además, hay conectado un pluviómetro, una unidad central compuesta por un data logger, memoria, panel de conexiones, alimentación y caja de intemperie. Como fuente de alimentación se utiliza una batería de 12V conectada a una panel solar de 20W que sirve para la recarga de ésta.



Esta estación almacena datos de forma local y se comunica vía GSM con el centro de control de la finca, y a su vez, se encuentra conectada a la red SIAR.

### 8.2.- Pozo

Hay un pozo el cual sirve como reserva, para abastecer los cultivos más sensibles a la falta de agua, ante cualquier problema en la red o bombeo del riego localizado. Este pozo está conectado con el depósito prefabricado de hormigón.



SECRETARÍA GENERAL  
DE AGRICULTURA Y  
ALIMENTACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL  
DE REGADÍOS Y  
ECONOMÍA DEL AGUA

DIRECCIÓN GENERAL  
DE DESARROLLO RURAL

CENTRO NACIONAL DE  
TECNOLOGÍA DE REGADÍOS

# Rutas Técnicas: Los Caminos del Agua

## Azud



## Significado de la palabra Azud

Azud (arb. "as sad") palabra de origen árabe que significa 'barrera', siendo esta habitual para elevar el nivel de un caudal o río con el fin de derivar parte de este caudal a las acequias.

Realmente es una presa, pero suele conservar la denominación de origen árabe cuando se corresponden a presas de pequeño tamaño y de origen musulmán.

Si bien esta primera denominación es la más habitual, también su uso sería el que corresponde a la noria. Habiendo caído en desuso esta denominación.

El azud, es parte importante en los sistemas de riego por métodos tradicionales, también junto a la acequias forman un sistema hidráulico, que además de servir de uso para riego, alimentaba los lavaderos, abrevaderos para animales, e incluso se utilizaba la fuerza del agua para los molinos de agua.

Estos sistemas siguen siendo usados en la zona mediterránea principalmente en la huerta de Valencia y la huerta de Murcia.

## La Obra en el CENTER

La obra se construyó en 1998, aunque en 1999 se incrementó la escollera en dos metros de anchura. El cuerpo del dique es de hormigón en masa, con un núcleo de hormigón ciclópeo. Tiene unas dimensiones de unos 160m de longitud y de 3,5 metros de altura en la parte más elevada. Sirve para elevar la cota del agua a 552,95m, esto permite que el agua entre a la finca por gravedad. Para la construcción del dique fue necesario utilizar hormigón inyectado en el subsuelo hasta una profundidad de 16 metros a modo de pantalla.

Tiene una escala de piezas para permitir el ascenso de los mismos aguas arriba. Al otro lado del río existe una comunidad de regantes en Mejorada del Campo que también se abastece de las aguas del río Henares.

El río Henares es un río del centro de España, afluente por la izquierda del Jarama y éste, a su vez, del Tajo. La confluencia con el Jarama se produce a menos de cinco kilómetros aguas abajo. Los núcleos urbanos más importantes por los que pasa son Azuqueca de Henares, Guadalajara, Jadraque, Humanes y Sigüenza, en la provincia de Guadalajara, y Alcalá de Henares, Mejorada del Campo y Torrejón de Ardoz, situados en Madrid.



# Rutas Técnicas: Los caminos del agua

## Laberinto y balsa



Usted está aquí

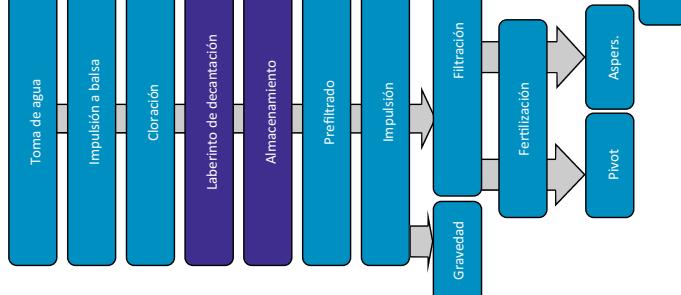
El agua del río Henares, tras ser clorada pasa al laberinto de decantación y posteriormente se almacena en la balsa. Llegado el momento de se utilizada es filtrada e impulsada hacia los diferentes sistemas de riego.

## Laberinto de decantación

La función principal del laberinto es forzar la decantación de la materia orgánica en suspensión que lleva el agua. Para que la materia orgánica se depositen en el fondo del laberinto la velocidad debe ser reducida y así conseguir que la sedimentación sea superior a la velocidad ascendente de las partículas.

La instalación cuenta con dos bombas que impulsan el agua hacia el laberinto, cada una con una capacidad de bombeo de 50 L/s, impulsando agua a 5,8 m.c.a. Además, a la entrada y la salida del laberinto hay dos válvulas de compuerta de regulación manual para controlar el caudal.

Existe una válvula de mariposa de desagüe para la limpieza del laberinto y otra de compuerta que conecta con un sistema bypass para evitar que el agua pase por el laberinto.



## Balsa

Las balsas son construidas principalmente para:

- Almacenar y regular el agua para los períodos del año en los que la demanda evapotranspirativa de los cultivos es mayor que el aporte natural de este recurso.
- Para que el agua pierda todo el cloro y conseguir que sea apta para riego.
- Las balsas deben tener una pendiente hacia el desagüe y para alargar la vida útil de la balsa se construye en ausencia de aristas de intersección entre las distintas superficies que conforman el vaso interior de la misma, de este modo se evitan las concentraciones de presiones ejercidas por el agua embalsada, y por tanto, disminuyen los esfuerzos que deben resistir los materiales de impermeabilización.
- Algunos elementos obligatorios de seguridad son la rampa para salir en caso de caída y una barra perpendicular para

El control del nivel de agua se realiza mediante dos sensores comandados desde el centro de control, que arrancan y paran las bombas en función del nivel de agua de la balsa.



- Capacidad de 9000 m<sup>3</sup>
- Impermeabilizada con una lámina de PEHD de 1,5 mm de espesor, sobre geotextil antipunzonamiento.
- Dimensiones 140 x 30 x 2 metros.

# Rutas Técnicas: Los caminos del agua

## Desbastadora

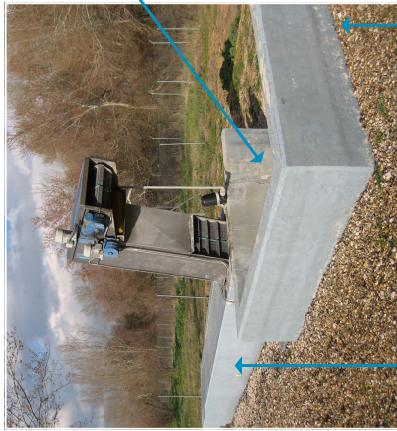


## Descripción

Este elemento se encarga del prefiltrado del agua que proviene de la balsa de almacenamiento, eliminando los grandes volúmenes de contaminantes.

Se trata de un tamiz filtrante autolimpiante con tamaño de paso de 6mm, instalado en una arqueta entre la balsa y la estación de bombeo cuyo control se realiza desde el autómata de la estación de bombeo. Los elementos principales que lo forman son:

- Cinta transportadora-tamiz de cadenas de 6mm que conduce las partículas indeseadas de la arqueta a un contenedor contiguo de desechos.
- Rodillo de limpieza.
- Dos motores; uno para mover el rodillo de limpieza, otro para mover las cadenas
- Una bomba de impulsión de agua a presión para limpieza.

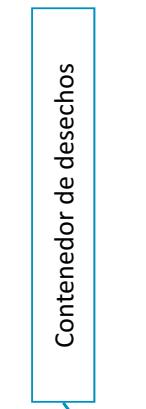


Contenedor de desechos

Rodillo de limpieza

Agua de la balsa de almacenamiento

Tubería de conducción a la estación de bombeo (enterrada)



# Rutas técnicas: Los caminos del agua

## Estación de bombeo

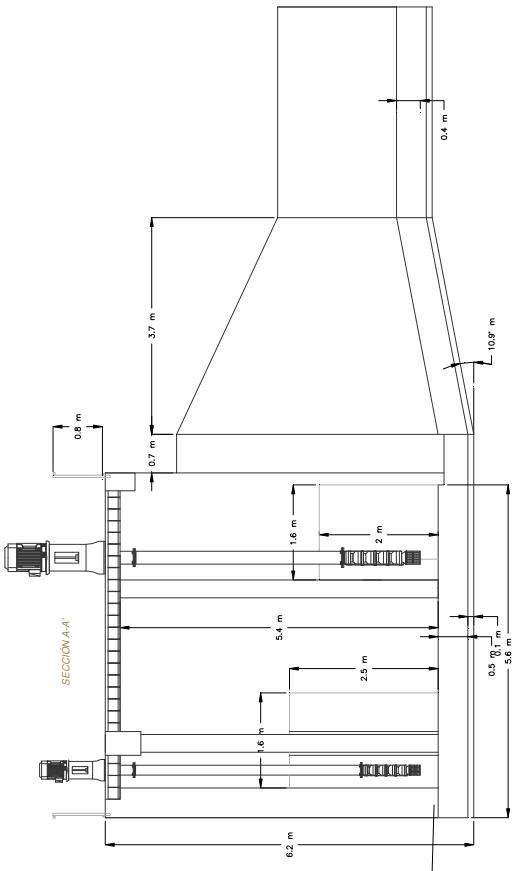
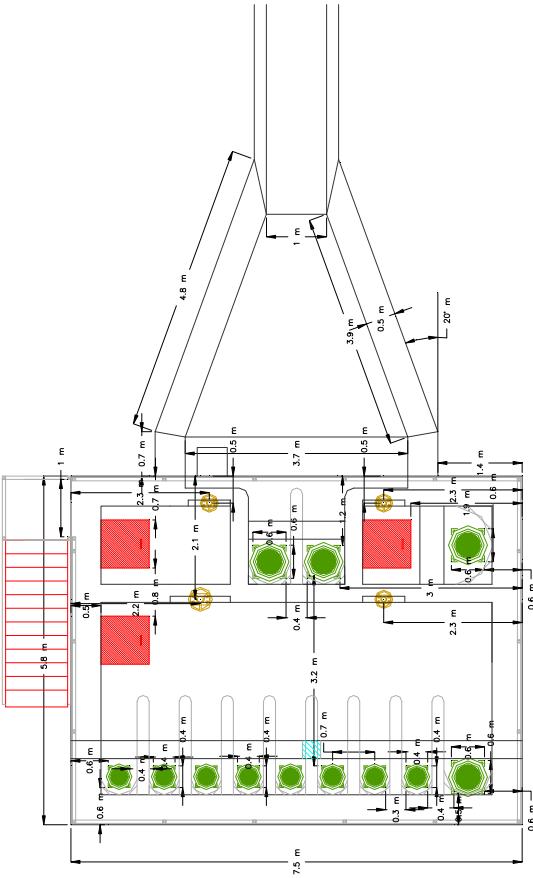


La estación de bombeo realiza dos funciones fundamentales: el llenado de la balsa y la impulsión del agua a la red de riego. Está formada por cinco grupos de bombas que se describen a continuación:

Todos los grupos de bombas, exceptuado las de la balsa, llevan un regulador de velocidad. Para llenar la balsa se cuenta con dos grupos moto-bomba que toman el agua de la cántara de aspiración en el cual desemboca el canal y lo impulsan a la balsa. En el camino se inyecta cloro al agua a través de una inyección en vacío, desinfectando así el agua del río Henares.

Desde la toma de fondo de la balsa, el agua vuelve por gravedad a la estación de bombeo.

Antes de llegar a la cántara de aspiración, el agua pasa a través de un tamiz filtrante autolimpiente. Una vez en la estación de bombeo, el agua se impulsa hacia los distintos sistemas de riego.



# Rutas Técnicas: Los caminos del agua

## Filtro de anillas



## Descripción

Los filtros de anillas están constituidos por anillas planas de material plástico provistos de ranuras. Dichas anillas están colocadas una sobre otra y comprimidas, formando el elemento filtrante. Los cruces entre las ranuras de cada par de discos adyacentes forman pasos de agua, cuyo tamaño varía según las anillas utilizadas. Las anillas pueden ser plásticas o metálicas.

Se distinguen dos tipos según su limpieza:

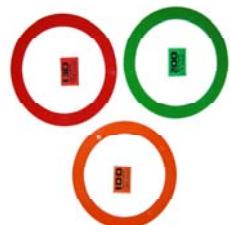
- Filtros de limpieza manual
- Filtros automáticos por diferencia de presión:
  - ◊ **Limpieza estándar:** cuando existen varios filtros en el cabezal de filtración, el agua filtrada por los demás filtros limpia uno de ellos.

**Sección de filtro para grandes volúmenes.**

**Filtro de anillas completo**



Diferentes tipos de anillas según tamaño de poro.

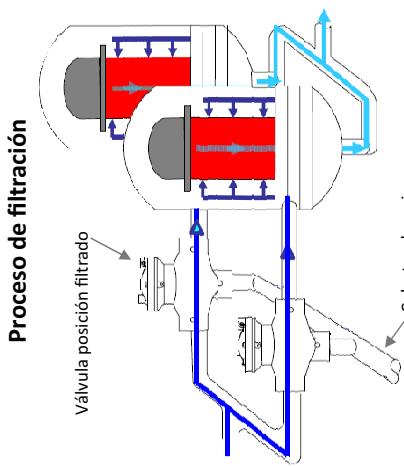


Las ventajas que presentan estos filtros son:

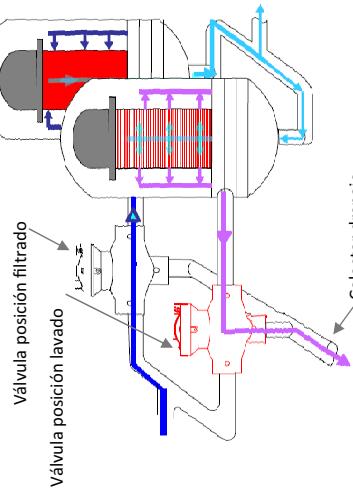
- ◊ Menos pérdida de carga comparativa.
- ◊ Suelen ser más económicos a partir de ciertos caudales.
- ◊ Autolimpieza simultánea
  - **Son escalables**

Su principal desventaja es que tiene diferentes comportamientos frente a ciertos contaminantes.

**Filtración superficie vs. Profundidad**



**Filtro colmatado**



Válvula posición filtrado  
Válvula posición lavado  
Colector drenaje

**Proceso limpieza estándar**

# Rutas Técnicas: Los caminos del agua

## Filtro de malla



## Descripción

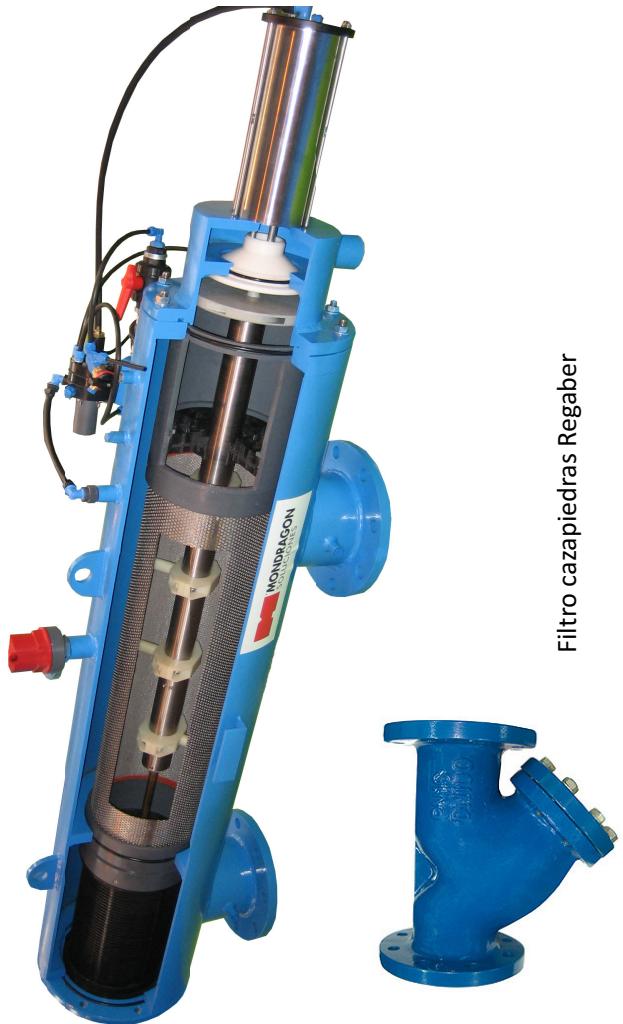
Son filtros formados por un recipiente que contiene una malla por la cual se hace pasar el agua, quedando retenidas las partículas en suspensión de diámetro superior al poro de la malla.

Con los filtros de malla deben instalarse dos manómetros, aguas arriba y aguas abajo del filtro. Así, la limpieza de la malla debe realizarse cuando se cree un diferencial de presión superior a  $0,5 \text{ kg/cm}^2$ .

Dentro de este tipo de filtros estarían los filtros "cazapiédras", generalmente con malla metálica. Deberían colocarse justo después de la captación y antes de la bomba.

Los filtros de malla se pueden clasificar según el siguiente cuadro:

Según el material	Metálicos No metálicos
Según el lavado	Limpieza manual. Autolimpiables (retrolavado)
Según la disposición	De Maniobra Horizontal con retrolavado. Compacto. Filtro de malla de efecto ciclónico Cazapiédras



Para evitar obturaciones en emisores el tamaño del orificio de la malla debe ser inferior a **1/8** del diámetro mínimo de paso del emisor.

Filtro cazapiédras Regaber

# Rutas Técnicas: Los Caminos del Agua

## Pivot



## Definición y características

Máquina de riego constituida por una tubería de gran longitud, sustentada sobre torres automotrices y que gira en torno a un punto fijo, al que llega agua y energía. Está formado por los siguientes tipos de elementos:

### Elementos estructurales:

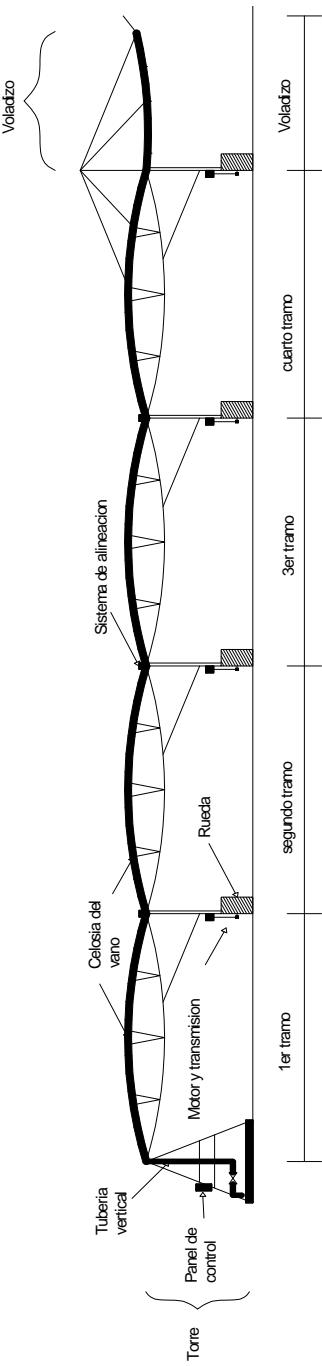
- **Torre:** soporte sobre el que se apoyan las celosías de dos vanos consecutivos.
- **Celosía del Vano:** asegura la estabilidad global de la estructura, formada por la propia tubería, pares y tirantes metálicos.
- **Acoplamientos entre tramos:** unión mecánica e hidráulica entre dos tramos consecutivos.
- **Voladizo:** estructura colocada en la última torre cuya función es aumentar el alcance del pivot.

### Elementos motrices:

- **Motores:** encargados de la propulsión del. Se trata generalmente de motores eléctricos.
- **Transmisión.**
- **Ruedas:** neumáticas de 50 cm de radio. Existen las denominadas de “alta flotación” que son más anchas y de mayor radio y que tienden a evitar el hundimiento del pivot en el terreno.
- **Elementos de alineación:** formado por contactores eléctricos que arrancan o paran los motores cuando los dos tramos que concurren en la torre forman un ángulo determinado.

### Elementos eléctricos:

- **Panel de Control Principal:** controla la velocidad de desplazamiento y el sentido de avance, el arranque y realineación.
  - **Anillo colector o Colector de Anillos rotantes:** es el elemento que realiza la conexión eléctrica entre las partes móviles (ramal de riego) y las fijas (centro) del pivot.
- Elementos hidráulicos:**
- **Tubería portaemisores:** conduce el caudal desde la toma en el centro del pivot hasta los emisores. Generalmente de acero galvanizado, aluminio o acero revestido.
  - **Emisores:** son los elementos encargados de distribuir el agua sobre el terreno.

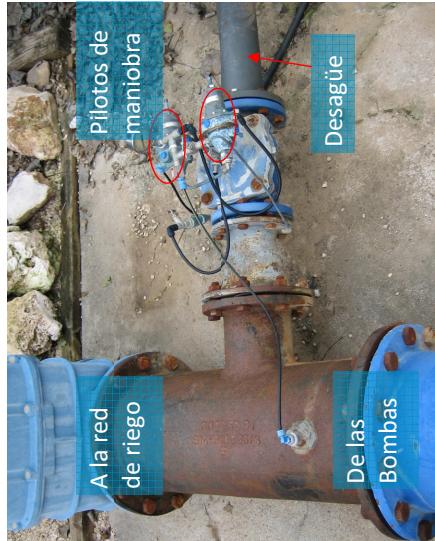


# Rutas Técnicas: Los Caminos del Agua

## Localización

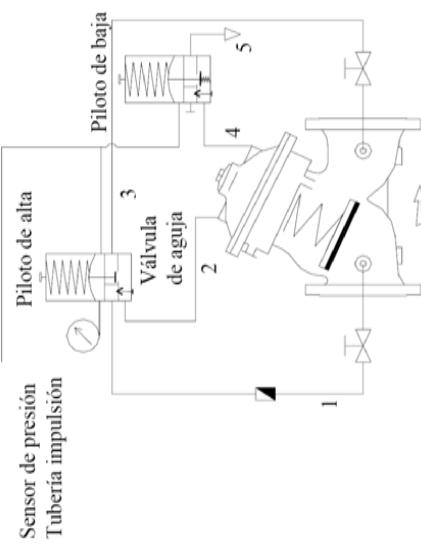


Fuente: Jorge García Serra, Jornadas Técnicas sobre estaciones de bombeo, CENTER, 6 de mayo de 2010.



## Válvula anticipadora de onda

Una válvula anticipadora de onda es una válvula dotada de dos pilotos, uno reductor y otro sostenedor que se usan para evitar las sobrepresiones producidas en las paradas bruscas de los grupos de bombeo en las impulsiones



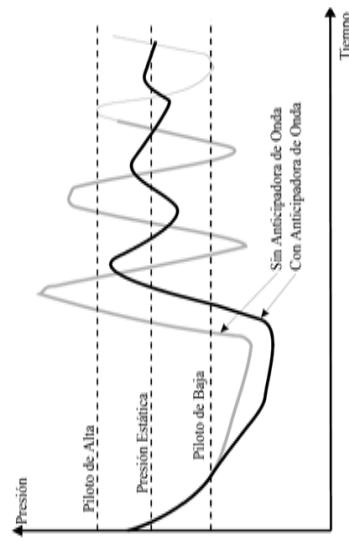
Se instala en derivación a la salida de las bombas y actúa del siguiente modo:

Sin válvula anticipadora de onda ante una parada brusca de un grupo de bombeo lo primero que se produce es una depresión y si no se evita inmediatamente después una sobrepresión. Ésta puede ser tal que llegue a arruinar la instalación.

La válvula está dotada de 2 pilotos. El primero de ellos (piloto reductor de baja presión) está tarado por debajo de la presión estática (a 2  $\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$ ) y tiene como misión abrir la válvula cuando la presión cae por debajo de este punto. En este caso la cámara de la válvula principal se vacía a través del piloto mediante las conducciones (4) y (5).

Si la presión se recupera por encima del valor de tarado, esta válvula piloto cierra, procediéndose al llenado de la cámara de la cámara principal a través del conducto (2). El caudal de llenado está controlado por la válvula de aguja del piloto de alta. Con ello se consigue regular la velocidad de cierre de la válvula. De esta manera, la válvula principal abre antes de que llegue la onda de sobrepresión, actuando a modo de válvula de alivio pero con la ventaja de no abrir como consecuencia del incremento de esta, sino antes de que ocurra el fenómeno.

El segundo piloto, tarado por encima de la presión dinámica (a 6  $\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$ ), tiene como misión abrir la válvula en el caso de que la presión suba de la presión de tarado. En este caso la cámara de la válvula principal descargará a través de las conducciones (2) y (3).



A continuación se observa el comportamiento ante una parada de un grupo de bombeo. La depresión generada es más acusada como consecuencia de la actuación de la válvula. No obstante, la sobrepresión consiguiente se ve claramente limitada.

# Rutas Técnicas: Los Caminos del Agua

## Cobertura total



## Definición y características

El riego por aspersión consiste en una lluvia artificial. Se produce ésta con la pulverización del agua que desciende desde tuberías a presión.

Un aspersor es un emisor que gira sobre su eje vertical repartiendo el agua en una superficie circular desde una tubería a presión. Los aspersores pueden tener una o más boquillas cuyos ejes forman un ángulo desde 10º a 30º con la horizontal.

Se riegan por este sistema un total de 42 ha. El marco es triangular, con separación de veinte metros entre aspersores y dieciocho metros entre líneas. La altura de caña es de 2,5 m para possibilitar el cultivo del maíz.

Los aspersores utilizados son de impacto, con doble boquilla y vaina prolongadora. En los bordes de la parcela hay instalados aspersores sectoriales.

Las características de los aspersores se muestran en la siguiente tabla:

Boquillas (")	3/16 + 3/32
Presión (mca)	36 - 42
Caudal (l/h)	2200
Radio de alcance (m)	16,6
Pluviometría (mm/h)	5,4



# Rutas Técnicas: Los Caminos del Agua

## Goteo



## Definición y características

El riego localizado consiste en la aplicación del agua de riego en una zona más o menos restringida del volumen de suelo que habitualmente ocupan las raíces. Sus características principales:

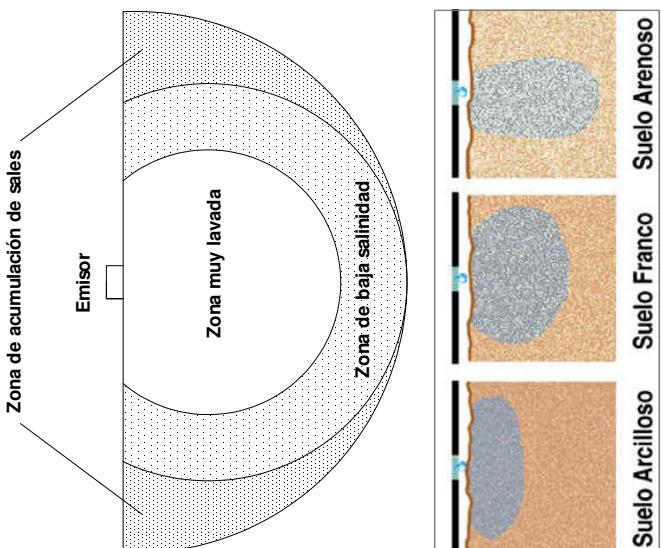
- Localización: no se moja la totalidad del suelo.
  - Caudal: pequeños caudales a baja presión.
  - Frecuencia: alta frecuencia de aplicación para mantener el suelo siempre húmedo.
- Hablamos de riego por goteo cuando la aplicación se hace mediante dispositivos que arrojan el agua gota a gota y con un caudal inferior a 20 (l/h).

## Ventajas

- Facilidad de explotación.
- Disminución del trabajo.
- Control del agua y abono aplicados.
- Lucha más fácil contra malas hierbas y enfermedades.
- Posible utilización de aguas salinas.
- Muy útiles en suelos difíciles (los muy pesados y los muy arenosos).

## Inconvenientes

- Facilidad de obturación de los emisores.
- Salinización (si no se toman las medidas adecuadas).
- Desarrollo radicular demasiado limitado.
- Necesidad de personal cualificado para manejar el sistema.



# Rutas Técnicas: Los caminos del agua

## Riego subterráneo



El riego por goteo subsuperficial consiste en la aplicación de agua bajo la superficie del suelo a través de emisores y con caudales similares a los utilizados en riego por goteo subsuperficial (ASAE, 1996). Los sistemas de riego por goteo subsuperficial constan, como los superficiales, de una cabeza del sistema de riego, tuberías principal y secundarias, porta-ramales, ramales de los goteros y los goteros, que difieren de los de riego superficial en que durante el proceso de fabricación se les aplica un herbicida para evitar la entrada de las raíces por el punto de desagüe.

### Ventajas

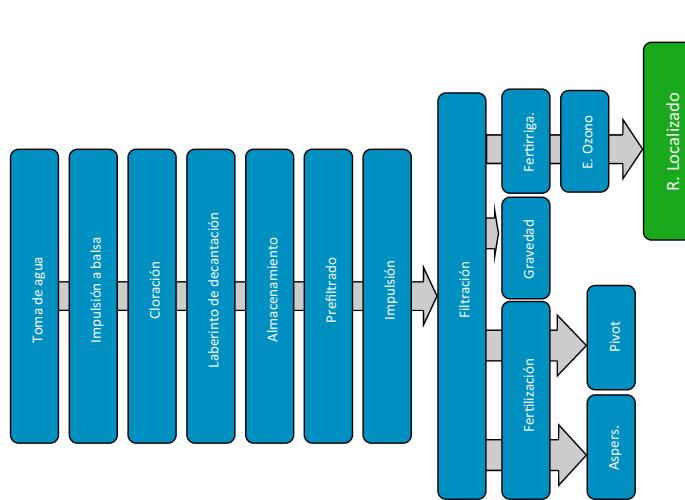
- Eficiencia mayor por disminución de la evaporación, la escorrentía superficial y la filtración profunda.
- Posibilidad de uso de agua de baja calidad, como aguas residuales por no ser accesible a personas o animales y no emitir malos olores.
- Eficiencia alta en la aplicación de fertilizantes y pesticidas.
- Mejor control de malas hierbas.
- No es necesario desinstalar y reinstalar la unidad para realizar la mayoría de las labores.
- Trabaja a menores presiones. Por tanto supone un ahorro energético.

### Desventajas

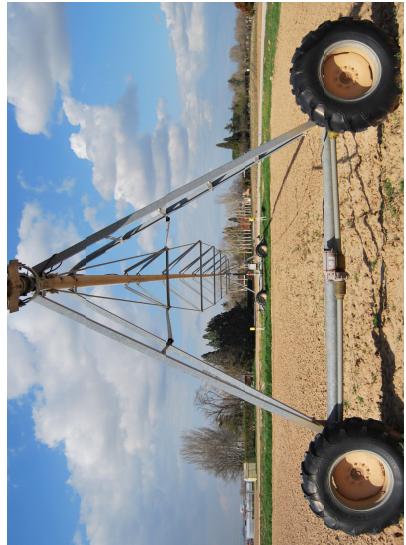
- Difícil evaluación de uniformidad y resultados de riego en campo de las unidades de riego por estar éstas enterradas.
- Control necesario de la intrusión de raíces en los ramales.
- Compresiones del ramal que podrían afectar a su caudal.
- Lavado periódico de los ramales para evitar acumulaciones de sedimentos.
- Cuidado más intenso que en otros sistemas de riego.
- Instalación necesaria de ventosas para evitar el efecto "vacío".

El riego subsuperficial en el mundo y en España se encuentra en expansión, incrementándose la superficie regada con sistemas localizados (1.591.616 ha en 2009) y el porcentaje de goteo subsuperficial dentro de éste.

Las superficies que frecuentemente se riegan con sistemas localizados son cultivos hortícolas (lechugas, apio, espárragos y ajos), cultivos leñosos como vid, olivo y cítricos. Además con posibilidad de utilizar agua residual depurada se riegan jardines, campos de golf y de fútbol.



## Lateral Advance

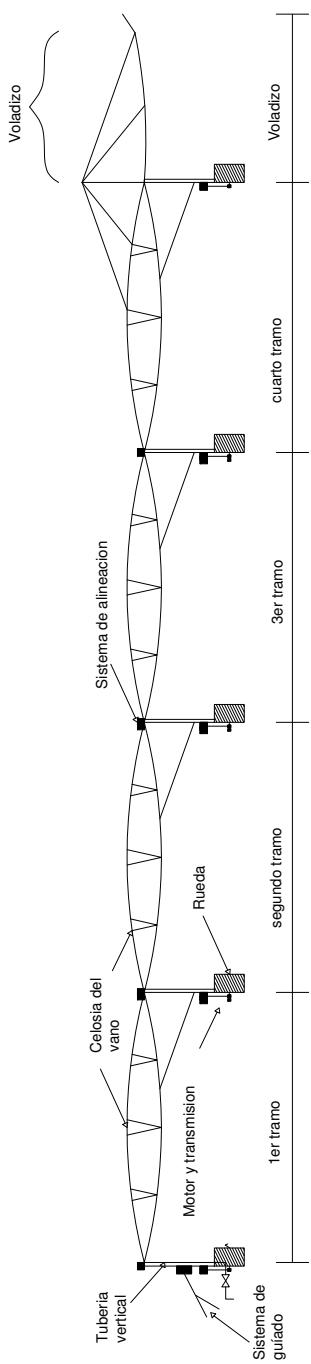


## Definición y características

Máquina de riego constituida por una tubería de gran longitud, sustentada sobre torres automotrices y avanza perpendicular a dicha tubería. La máquina recibe agua a través de un punto conectado a una tubería de caucho flexible que se desplaza de manera solidaria con la máquina.

En cuanto a los elementos que la componen, es una máquina muy similar al pivot, diferenciándose de éste en los sistemas de alineación, enfocados a que todos los tramos avancen al mismo tiempo, provocando de esta manera un movimiento lineal, en contraposición con el pivot, en el que los sistemas de alineación ayudan a que tenga lugar un movimiento circular.

El lateral presente en el CENTER tiene rotators de emisores, con un gasto de 19 l/s. El tiempo que tarda esta máquina en recorrer la parcela en la que está situada (de unos 300 metros) es de aproximadamente 2,2 horas.



# Rutas Técnicas: La gestión del riego

## Localización



## Estación Agroclimática

La demanda evapotranspirativa de la atmósfera es uno de los factores que determina las necesidades de riego de un cultivo y se calcula a través de un número de variables climáticas, cuyos valores se registran en una estación agroclimática como la aquí presente.

La estación agroclimática tipo consta de varios sensores para medir valores de temperatura, velocidad del viento, radiación solar, pluviometría y humedad relativa. También pueden medirse otros parámetros como dirección del viento o presión atmosférica.

La estación debe encontrarse en un lugar representativo de la zona que se dispone a cubrir. Asimismo, el emplazamiento será un lugar despejado, libre de obstáculos tales como edificaciones, barreras de vegetación o grandes masas de agua, los cuales pueden distorsionar las medidas.

“El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, promueve desde el año 1998 la instalación, explotación y mantenimiento del Sistema de Información Agroclimática para el Regadio (SIAR) que básicamente, consiste en la creación de una infraestructura que captura, registra y transmite los datos necesarios para el cálculo de la demanda hídrica de las zonas bajo riego.” Fuen-

### HIGRÓMETRO Y TERMÓMETRO



Miden la humedad relativa del aire y su temperatura respectivamente. La caja de intemperie los protege de la radiación solar.

### PLUVÍOMETRO



Mediante un sistema de cazoletas basculantes, las cuales hacen contacto con un relé cuando rebasan, se mide el volumen de precipitación.

### ANEMÓMETRO



Registra y almacena, de modo automático y continuo, los valores de las variables. Se alimenta de una batería, cuya recarga depende de un panel solar.

La rotación de la hélice mide la velocidad del viento.  
La posición de la veleta indica la dirección del viento.

### PIRANÓMETRO



Mide radiación solar usando un termopar, que genera una diferencia de potencial al incidir la luz sobre él.

### UD. CENTRAL



Almacena los datos recogidos por los demás sensores y los transmite a través de una conexión inalámbrica.

# Rutas Técnicas: Los caminos del agua

## Sondas Capacitivas



## Descripción

La **sonda capacitiva** o **FDR** mide la variación continua del contenido de agua en el suelo a diferentes profundidades. El uso de las sondas en el cultivo permite controlar de forma precisa la cantidad de agua que se incorpora al sistema suelo-planta en cada momento. De esta forma se tiene constancia de las pérdidas en profundidad, situaciones de encarcamiento o excesivo déficit de agua en el área que rodea la sonda y que tiene similares características edáficas.

El **objetivo** principal de la sonda capacitiva conociendo todos estos datos es lograr localizar el agua en la zona donde su rendimiento y eficacia sean máximos.

Se trata de un largo y estrecho cilindro cerrado herméticamente que se enterra en el suelo. En el interior contiene una barra sobre la cual hay impreso un circuito eléctrico que conecta todos los sensores encargados de medir la humedad que se filtra hasta ellos en cada tramo del subsuelo.

El sensor capacitivo consiste en dos anillos de bronce que forman las placas de un condensador (“capacitor”), en el cual los dipolos permanentes del agua en un medio dieléctrico son alineados y polarizados por un campo eléctrico. Las variaciones en los valores de la **constante dieléctrica** del suelo son el resultado de las variaciones en el contenido de humedad de éste, debido a que el agua tiene una constante dieléctrica de 80, el suelo <1 y el aire 1. Por tanto al aumentar el contenido de agua en el suelo la constante dieléctrica aumentará y en caso opuesto disminuirá.

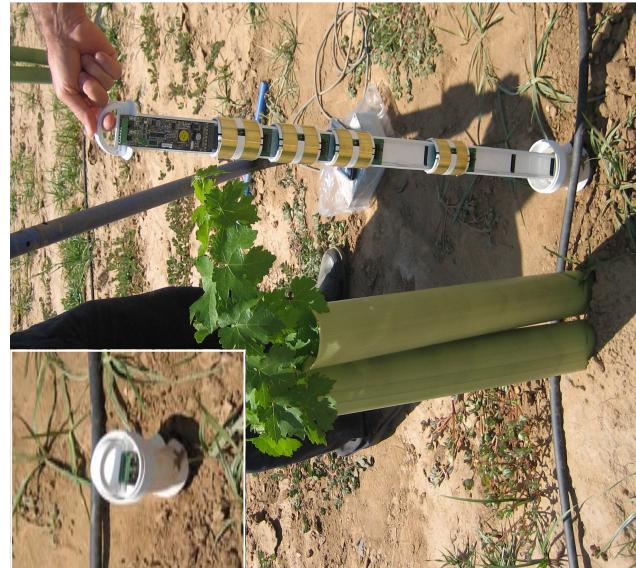
Los datos pueden ser almacenados en un data logger , descargados in situ o transmitido vía GPRS, radio, etc. para ser interpretados con un software suministrado por el fabricante.

## Inconvenientes

- Elevado coste inicial para equipos y formación.
- Los datos obtenidos solo son representativos de la zona donde se encuentra la sonda.
- En caso de realizar un control de riegos mediante la utilización de estas sondas es necesaria la sectorización de la superficie a regar en función del tipo de suelo y cultivo.

## Ventajas

- Sistema de fácil instalación y calibración.
- Mediciones in situ de las necesidades reales de humedad del suelo y consumo del cultivo.
- Obtención de datos instantáneos .
- Alta precisión en los datos obtenidos.
- Facilidad de interpretación y transmisión de datos.
- Alta eficiencia. En algunos ensayos se ha logrado ahorrar hasta el 60% del caudal que se utilizaba anteriormente.
- Control del drenaje



Contadores



## Valoración de volúmenes de agua

**acenter**  
CENTRO NACIONAL DE  
TECNOLOGÍA DE REGADÍOS

Factores como el desarrollo económico, el aumento de la población mundial o el cambio climático hacen del agua un recurso cada vez más demandado, pero paradójicamente más escaso. Se impone por tanto la búsqueda de la eficiencia en el uso del agua, para lo que el primer paso consiste en conocer la cantidad de agua que consumimos.

Un control exhaustivo sobre el uso de agua para riego exige una correcta medición de los volúmenes utilizados, pero, ¿cómo podemos asegurar que estamos realizando un conteo correcto? o ¿cuál es la precisión de nuestros contadores? o ¿obtendré las mismas medidas si compro contadores distintos? Los siguientes párrafos nos dan respuesta a estas preguntas...

## La importancia de la NORMALIZACIÓN

Las NORMAS son documentos que recogen especificaciones técnicas y de uso de determinados productos, en este caso contadores. Cuando un producto ha sido manufacturado bajo una norma, nos aseguramos que éste cumple unos mínimos de calidad y que sus rangos de trabajo han sido probados acorde con un método estándar considerado como válido.

Sí, por el contrario, adquirimos un contador producido sin el amparo de ninguna norma, no existe garantía de que los métodos de ensayo usados por el fabricante para determinar los rangos de trabajo sean los adecuados. O incluso si lo fuesen, ¿cómo sería posible entonces hacer una comparación entre contadores de distintas casas comerciales? Al usar todos un patrón común nos aseguraremos poder hacer una comparación objetiva entre productos, así como ga-

Normativa y Legislación sobre Contadores



Los contadores para uso doméstico e industrial tienen, a nivel nacional y europeo, los requisitos mínimos a cumplir por los productos. No es este el caso de los contadores de agua de riego, para los que no existe legislación específica. Por tanto se hace aún más necesaria la existencia de Normativa.

A nivel nacional y europeo, la norma que rige los contadores de agua de riego es la utilizada en el sector la Norma **UNE-EN 14154**, para contadores de agua limpia.