

CURSO RIEGO POR GOTEO SUBTERRANEO

Proyectos de Investigación en el Centro Nacional de Tecnología de Regadíos



Riego por Goteo Subterráneo Septiembre 2022



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN



RIEGO SUBTERRANEO + PRÁCTICAS

Riego por Goteo Subterráneo

- 1 Centro Nacional de Tecnología de Regadíos (CENTER)
- 2 Riego por goteo Subterráneo
- 3 Proyectos de I+D+i
- 4 Resultados
- 5 Conclusiones



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

1

CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA DE REGADÍOS (CENTER)



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

center®
CENTRO NACIONAL DE
TECNOLOGÍA DE REGADÍOS

1.1

CENTER: AREAS DE TRABAJO

TRANSFERENCIA
DE TECNOLOGÍA

FORMACIÓN

ENSAYO DE MATERIALES
Y EQUIPOS DE RIEGO

NORMALIZACIÓN

FINCA EXPERIMENTAL

ACTIVIDADES I+D+i



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

1.2

CENTER: FINCA EXPERIMENTAL. SISTEMAS DE RIEGO



GRAVEDAD



ASPERSIÓN



PÍVOT



LATERAL



RIEGO LOCALIZADO

- Evaluación de distintos sistemas de riego
- Proyectos de I+D+i
 - ✓ Interoperabilidad
 - ✓ Riego subterráneo en plantación de almendro en seto y en pradera
 - ✓ Colaboración en distintos proyectos de I+D+i con organizaciones como la UPM o CSIC



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

2

INTRODUCCIÓN: RIEGO POR GOTEO SUBTERRANEO



GOBIERNO
DE ESPAÑA

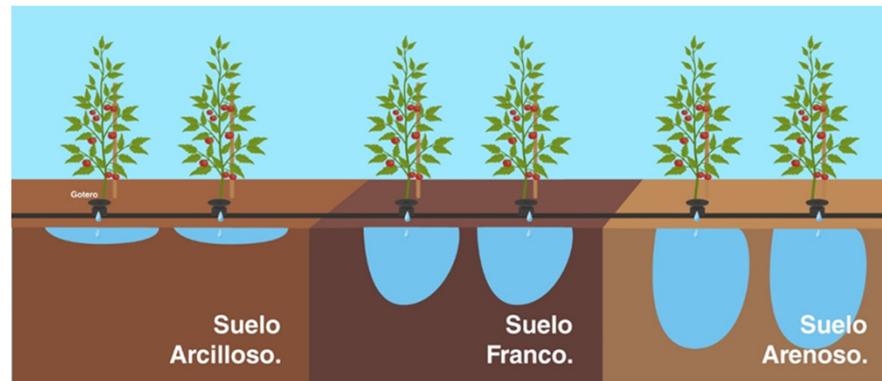
MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

2.1

RIEGO POR GOTEO SUBTERRANEO

- Aplicar agua bajo la superficie del suelo, mediante un tubería emisora a una profundidad determinada (10-50 cm), que varía en función de:

- > Tipo de suelo: Arcilloso, franco, Arenoso. "Piedras".
- > Tipo de cultivo.
- > Caudal emisor (0,5-8l/h)
- > Agua disponible y duración del riego.
- >



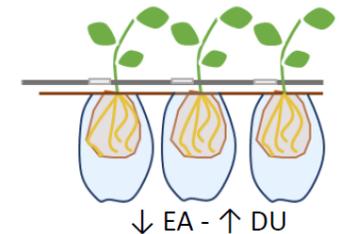
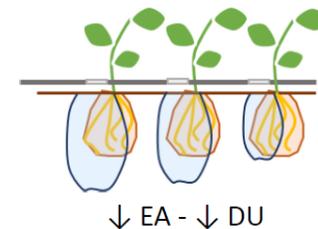
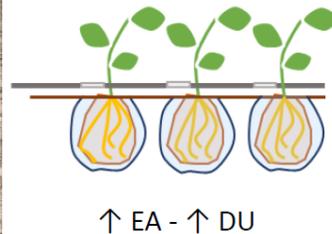
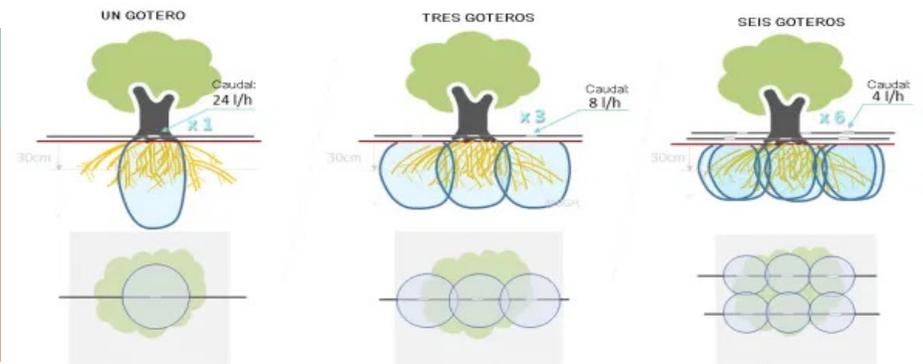
GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

2.2

RIEGO POR GOTEO SUBTERRANEO

- Conseguir un cordón húmedo constante a partir de los bulbos húmedos de cada emisor, aplicar el agua lentamente, localizada y uniformemente.



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

VENTAJAS

- Ahorro de agua. (\downarrow ET).
- Mayor volumen mojado. (Bulbos esféricos).
- Facilita manejo, operaciones en el cultivo, control de malas hierbas...
- Ahorro mano de obra. Colocación ramales, reparaciones por vandalismo, roedores...
- Mayor vida útil: Protegidas radiación solar, ΔT^a y agentes externos.
- Reduce presencia de enfermedades por encharcamiento.
- Limita problemas de calcificación. No contacto aire.
- Localiza fertilizantes en zona radicular (P, K). Ahorro.
- Posibilidad de uso de aguas reutilizadas.

INCONVENIENTES

- No se ven posibles problemas (fugas, obturaciones, roturas...).
- Mayor riesgo de obstrucción y percolación.
- Mas difícil de evaluar (Presiones, CU, UD...).
- Mantenimiento y manejo más especializado (limpiezas recurrentes, control caudales...).
- Eliminación de ciertas labores.
- Emisores más caros, tecnología más avanzada (compensantes, anti-drenantes, autolimpiantes, anti succión, anti-sifón...).



2.4

CLAVES DE UNA INSTALACIÓN RIEGO POR GOTEO SUBTERRANEO

DISEÑO AGRONÓMICO

- Suelo. Textura, topografía, profundidad, estructura, compactación...
- Crecimiento de la planta.
- Condiciones iniciales (MO, Nutrientes, etc...).
- Cantidad de agua disponible.
- Clima.
-

MANEJO

- Frecuencia Riego.
 - Duración.
 - CV y DU (%).
 - Fertirrigación.
 - Mantenimiento.
- } ≠ métodos

DISEÑO HIDRAÚLICO

- Q emisor (l/h)
- Separación emisores (m)
- Número emisores x línea.
- Separación líneas riego.
- CV y DU (%).
- Bombeo, Filtración...
- Sondas, TP, Contadores...
-



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

2.5

CALCULO DE LAS NECESIDADES BRUTAS RIEGO

Balance Agua suelo(ET) = *Riego* + $P_{efectiva}$ – *escorrentia* – *percolación* + *capilaridad* ± Δ *Flujo Horizontal* ± Δ *Contenido agua suelo* – *Evap. suelo* – *Transp. Planta*.

Nbr

$$Nbr = \frac{(ET_C - P_{ef})}{EA \cdot UD}$$

Siendo

$$ET_C = ET_0 \cdot K_c \cdot K_L$$

- Métodos Empíricos.
- Tablas FAO.
- Datos agroclimáticos. SIAR.

Aplicaciones informáticas

Ejemplos:

- SIAR. Serv. Info. Agroclim. Regadío.
- MOPECO.
- Etc...

Sensórica en campo
Equipos de telegestión

AUTOMÁTICO

- Sondas de humedad, transductores de presión, contadores,....
- Etc...

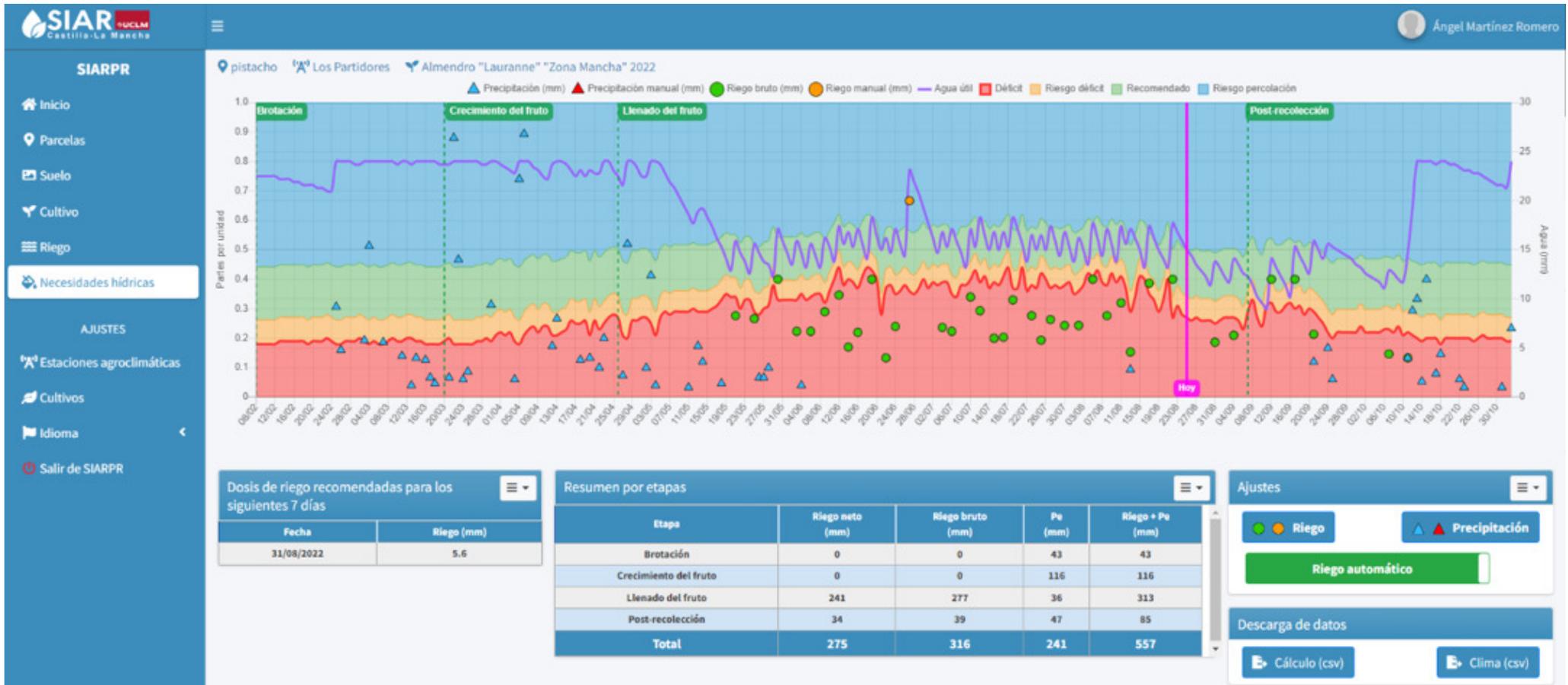
The screenshot shows the 'Necesidades netas' (Net Needs) section of the SIAR application. It includes a navigation menu with options like 'Inicio', 'Consulta de datos', 'Necesidades netas', 'Consultas avanzadas', 'MI SIAR', and 'Descripción Red'. The main content area is a 'Formulario de consulta' (Consultation Form) with the following fields:

- Comunidad Autónoma: Comunidad de Madrid
- Provincia: Madrid
- Comunidad de Regantes: Ambiente
- Estación: Center: Finca experimental
- Comarca en la que está situada la estación seleccionada: Área Metropolitana de Ma (Madrid)
- Seleccione un cultivo de esa comarca: Manzano (Abr/ Sep)
- Frecuencia: Días Semanales Mensuales
- Fecha Inicial: 01/04/2022
- Fecha Final: 21/09/2022

A 'Consultar Datos' button is located at the bottom right of the form.

2.6

CALCULO DE LAS NECESIDADES BRUTAS RIEGO



2.7

CALCULO DE LAS NECESIDADES BRUTAS RIEGO



3

PROYECTOS EN CURSO DE RIEGO POR GOTEO SUBTERRANEO



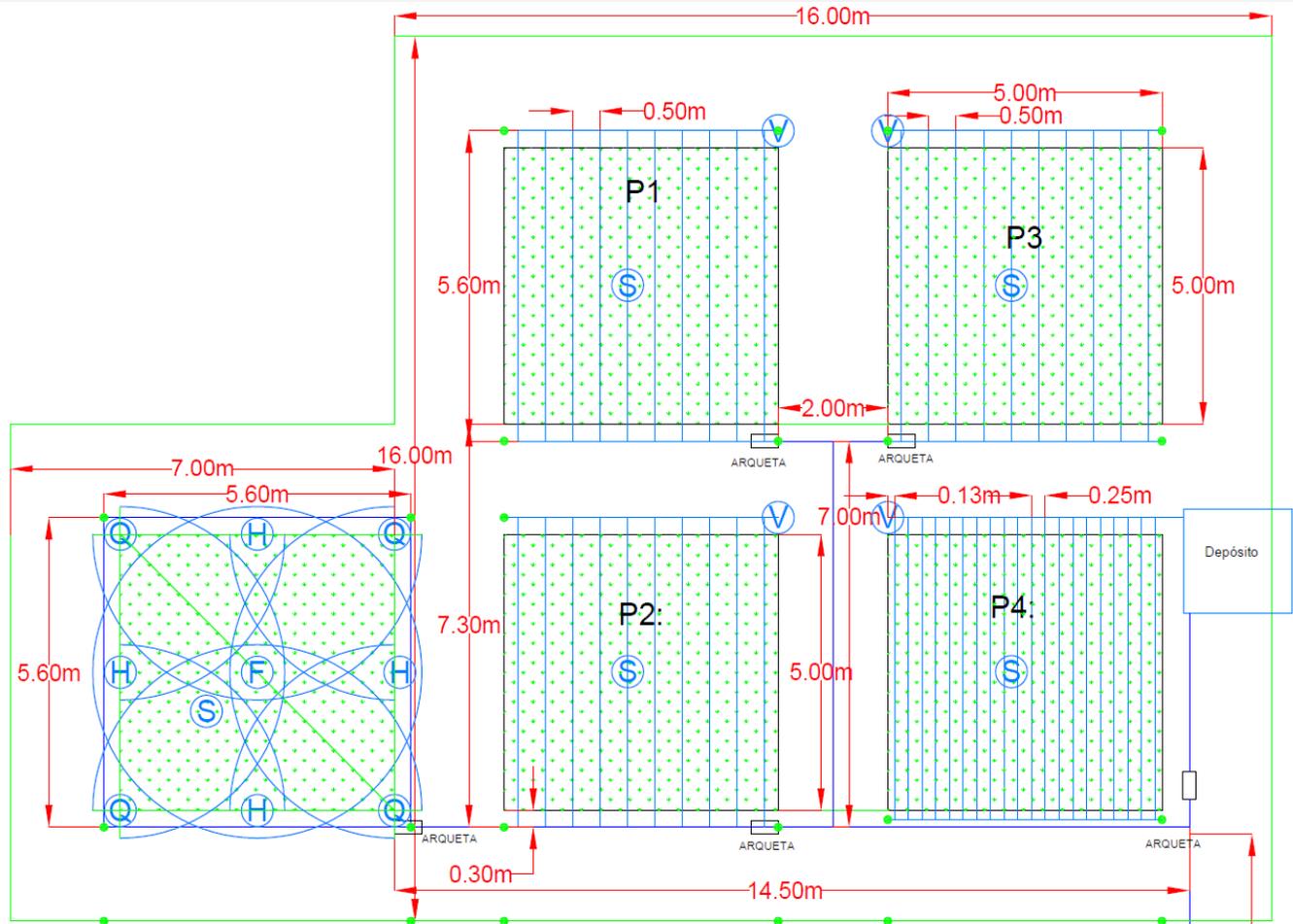
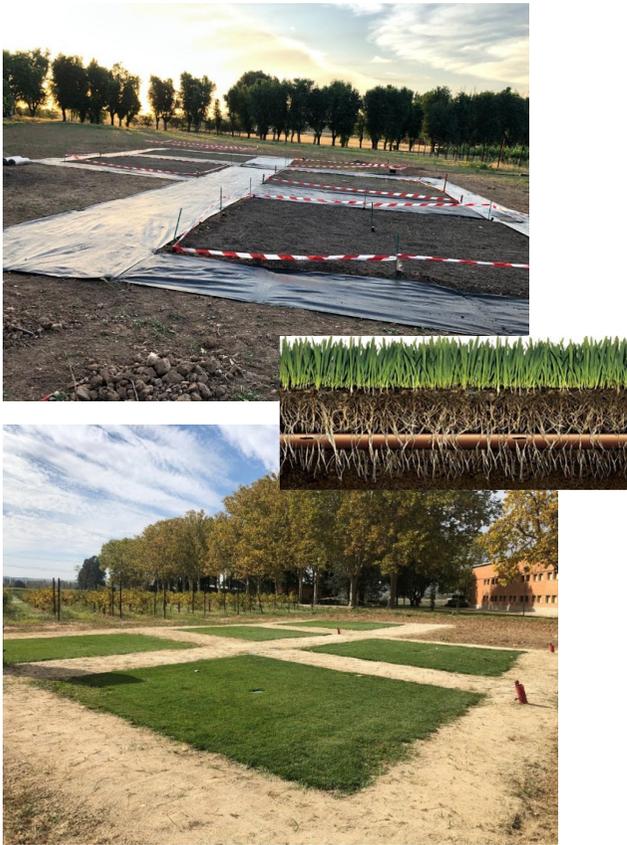
GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

center
CENTRO NACIONAL DE
TECNOLOGÍA DE REGADÍOS

3.1

RIEGO POR GOTEO SUBTERRANEO EN PRADERA



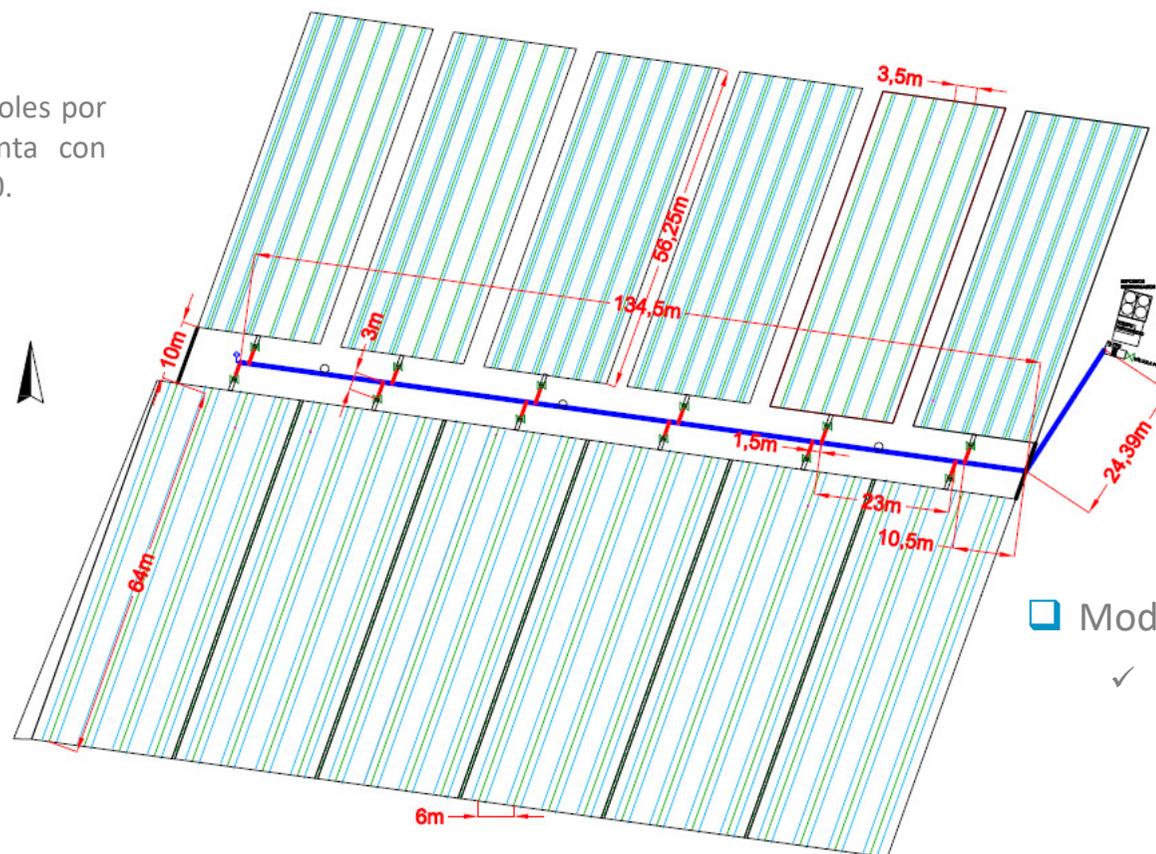
3.2

RIEGO POR GOTEO SUBTERRANEO EN ALMENDRO

Estudio comparativo del manejo del riego por goteo en almendro:

☐ Modo súperintensivo:

- ✓ 46 árboles por fila y 276 árboles por parcela de la variedad Penta con patrón enanizante rootpac 20.



☐ Modo intensivo:

- ✓ 16 árboles por fila y 64 árboles por parcela de la variedad Penta.

3.3 OBJETIVO

- ✓ Comparar, mostrar y valorar sistemas de riego localizado.
- ✓ Subterráneo – superficial.
- ✓ Modos de manejo: Tradicional o automático.
- ✓ Tratamiento agrícola.
- ✓ Aporte de nutrientes (fertirrigación).
- ✓ Tratamiento de malas hierbas, enfermedades, poda etc.



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN


CENTRO NACIONAL DE
TECNOLOGÍA DE REGADÍOS

3.4

DISEÑO AGRONÓMICO

Zona	Hzte (cm)	Tipo de suelo	PH	%m.o	%CC	%Pto marchitez
Super-intensivo	20	Franco	8,5	1,0	17,0	10,4
	40		8,7	0,5	18,3	10,7
	60		8,7	0,4		
Intensivo	20	Franco limoso	8,5	1,0	22,7	12,8
	40		8,5	0,5	20,2	9,8
	60		8,7	0,3		



Elecciones realizadas:

- Variedad elegida f(Ubicación geográfica, datos agroclimáticos, perfil de suelos): Floración muy tardía.
- Plantación Junio 2020.

Nutriente	M1 (mg/kg suelo)	M2(mg/kg suelo)
N	1,38	13,34
N-NO ₃	6,1	59,07
P	17,63	25,22
K	577,69	892,43
Ca	4794,82	5501,99
Mg	384,46	555,78
Na	65,54	90,34

3.5

DISEÑO HIDRÁULICO

Nº Parcela	Intensivo 4 filas 6x4m	Súperintensivo 6 filas de 3,5x1,25m	Nº Parcela
11	Qe: 1,6 l/h; Se: 0,6m Riego superficial	Qe: 2 l/h; Se: 0,5m Riego enterrado	12
9	Qe: 1,6 l/h; Se: 0,6m Riego enterrado	Qe: 1,6 l/h Se: 0,6m Riego superficial	10
7	Qe: 1,5 l/h; Se: 0,6m Riego enterrado	Qe: 1,5 l/h Se: 0,6m Riego enterrado	8
5	Qe: 1,5 l/h; Se: 0,6 Riego enterrado m	Qe: 1,5 l/h Se: 0,6m Riego enterrado	6
3	Qe: 2 l/h; Se: 0,75m Enterrado 2º año	Qe: 1,6 l/h Se: 0,6m Riego enterrado 2º año	4
1	Qe: 1,6 l/h; Se: 0,5m Riego superficial	Qe: 1,6 l/h Se: 0,5m Riego superficial	2

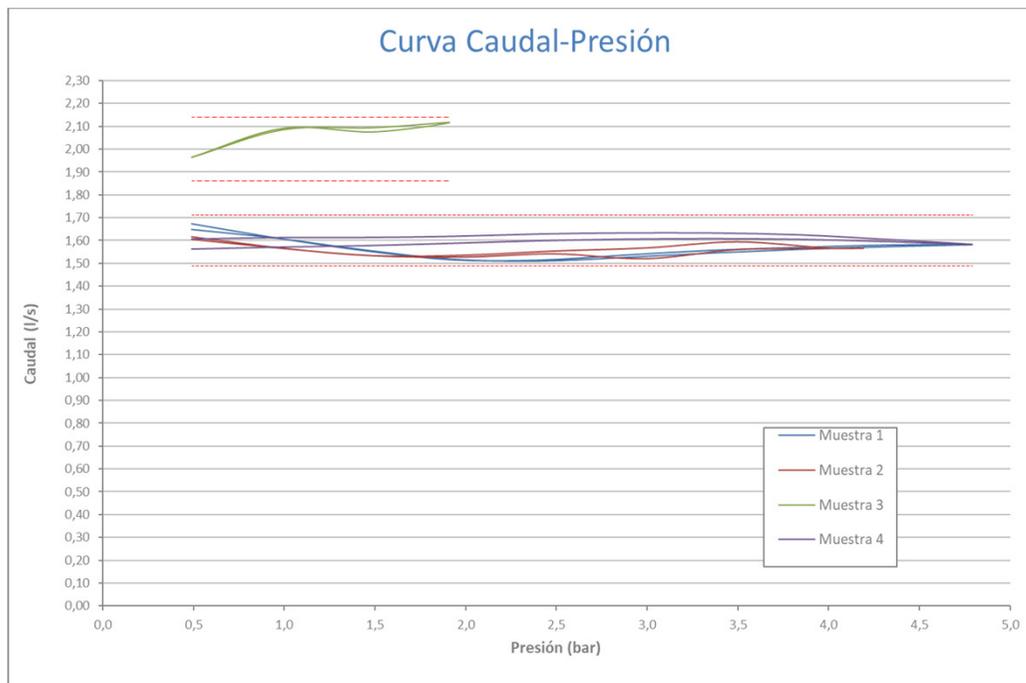
GOBIERNO
DE ESPAÑAMINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

3.6

RESULTADOS Y DISCUSIÓN: ENSAYOS DE LABORATORIO

Caracterización de las tuberías emisoras instaladas en campo

- ✓ Coeficiente de variación, Curva caudal-presión y respuesta a la presión hidrostática de los emisores.



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

3.7

CARACTERÍSTICAS Y MANEJO

☐ Convencional:

Calculando por métodos empíricos, necesidades del cultivo por tablas FAO, Kc y estaciones agroclimáticas.



☐ Automático:

Sondas y sensores gestionan las necesidades del cultivo y los riegos



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

3.8

TELECONTROL



- ❑ Sistema de telecontrol vía GPRS.
- ❑ Información en continuo. Recarga de batería por panel solar.
- ❑ Capacidad de lectura de cuatro contadores por remota.
- ❑ Apertura de cuatro solenoides (electroválvulas).
- ❑ Lectura de dos sondas de humedad.
- ❑ Lectura de transductor de presión.



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

4

RESULTADOS



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

4.1 RESULTADOS: DATOS DE CAMPO

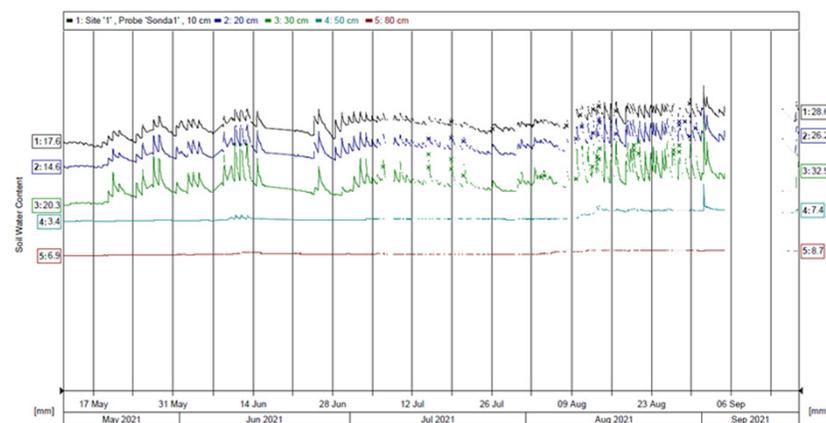
Registro de los consumos por parcela para control de riegos y detección de alarmas y fugas.

Parc.	Intensivo Gasto (l/h)	Súperinten. Gasto (l/h)	Parc.
11	1365	2025	12
9	1365	1350	10
7	1280	1687,5	8
5	1280	1688	6
3	1365	900	4
1	1638	2160	2

Registro de resultados de mediciones de perímetro de tallo, altura de planta vigor general.



Registro de resultados de sensores y sondas de humedad



Superintensivo

Crecimiento medio altura (m)	Crecimiento medio grosor (cm)
0,63	1,37

Intensivo

Crecimiento medio altura (m)	Crecimiento medio grosor (cm)
0,94	2,12

4.3

RESULTADOS Y DISCUSIÓN: FASES DE MANEJO



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

 **center**[®]
CENTRO NACIONAL DE
TECNOLOGÍA DE REGADÍOS

4.4

RESULTADOS: EVOLUCIÓN Y ESTADO DEL CULTIVO



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

5

CONCLUSIONES



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

5.1

CONCLUSIONES

- Necesarios los estudios previos de parcela: ubicación, suelo, nutrientes, etc...
- Control de malas hierbas en los estados iniciales.
- Proyección y dimensionado de la plantación rigurosa y profesional.
- Manejo de riego inicial también influye de manera directa en el desarrollo de la planta.
- Enterrado tubería desde inicio, limpieza recurrente de sectores, colocación de purgadores, etc...
- Desarrollo homogéneo del cultivo: necesidades de nutrientes, radiación solar y déficit hídrico en ciertos momentos, inciden de manera directa.



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

5.2

CONCLUSIONES

- ❑ El riego por goteo subterráneo, si es viable su instalación por los diferentes factores expuestos, tiene unos beneficios contrastados en nuestras latitudes, aumentando el ahorro de agua, aumentando la producción, reduciendo el aporte de nutrientes y reduciendo la mano de obra.
- ❑ Según las experiencias que tenemos en marcha, tanto la automatización, como la telegestión, deben de ir de la mano de este sistema de riego, desarrollando y tecnificando el sector agrícola aún más.
- ❑ Diseño agronómico, diseño hidráulico y un buen manejo son las claves del éxito.



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

Alejandro Sánchez de Ribera González

CENTER

E-mail: asanche4@tragsa.es

Tlf: 913963634



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN