Consumo de energía en la Estación de bombeo

Pressure head (m)	$\overline{h_c}$ (m)	CV_e (%)	CU_c (%)	Yield (%)	Energy consumption (kWh m^{-3})
55	41.25	0.22	99.82	92.1	0.19
53	39.24	0.22	99.82	92.1	0.18
51	37.25	0.22	99.82	92.1	0.17
49	35.26	0.22	99.82	92.1	0.17
47	33.25	0.23	99.82	91.9	0.16
45	31.25	0.24	99.81	91.7	0.15
43	29.25	0.34	99.73	90.7	0.15
41	27.25	0.37	99.71	90.3	0.14
39	25.25	0.40	99.68	89.9	0.13
37	23.24	0.44	99.65	89.4	0.13
35	21.25	0.49	99.61	88.8	0.12
33	19.25	0.55	99.56	88.3	0.11
31	17.25	0.62	99.51	87.6	0.11
29	15.25	0.98	99.22	86.1	0.10
27	13.25	1.27	98.99	84.8	0.09
25	11.25	2.47	98.03	82.3	0.09

+ 13,30 %

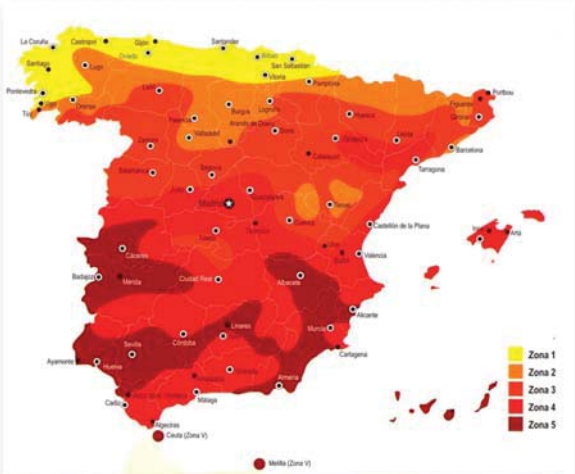
-26,67 %

Beneficio de la parcela crítica

Pressure head (m)	$\overline{h_c}$(m)	Yield (%)	Y_c (kg ha^{-1})	P_c (€ kg^{-1})	C_w (€ m^{-3})	C_w (€ ha^{-1})	Profit (€ ha^{-1})
49	35.26	92.1	9,531	0.14	0.017	311.21	1,023.13
45	31.25	91.7	9,489	0.14	0.015	274.36	1,054.10
33	19.25	88.3	9,137	0.14	0.011	199.12	1,080.06

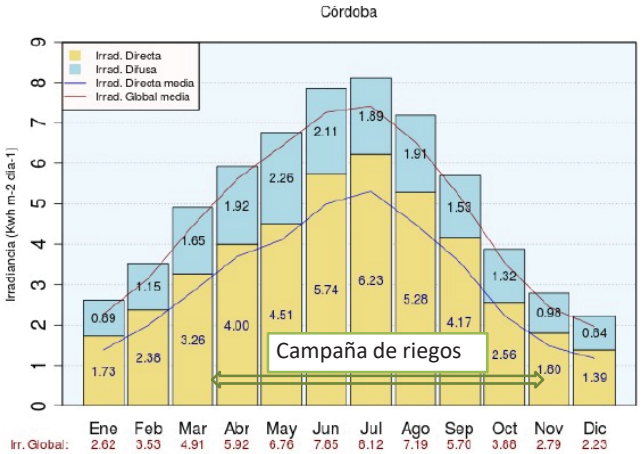
Pueden ser las energías renovables una solución?

Distribución de la radiación global en España



RADIACION SOLAR GLOBAL			
ZONA	MJ/m²*dia	kWh/m²*dia	kWh/m²*año
I	H < 13,7	H < 3,8	H < 1.389
II	13,7 ≤ H < 15,1	3,8 ≤ H < 4,2	1.389 ≤ H < 1.531
III	15,1 ≤ H < 16,6	4,2 ≤ H < 4,6	1.531 ≤ H < 1.683
IV	16,6 ≤ H < 18,0	4,6 ≤ H < 5,0	20 1.683 ≤ H < 1.825
V	H ≥ 18,0	H ≥ 5,0	H ≥ 1825

Adecuación de la energía solar con la campaña de riegos



Energía FV respecto a convencional

- **Bajo coste** de mantenimiento
- **Facilidad de montaje**
- **Elevada vida útil** de las instalaciones
- **Sincronismo** con la demanda
- **Reducción** importante del **coste**
- **Paridad de la red** (Grid parity) alcanzada

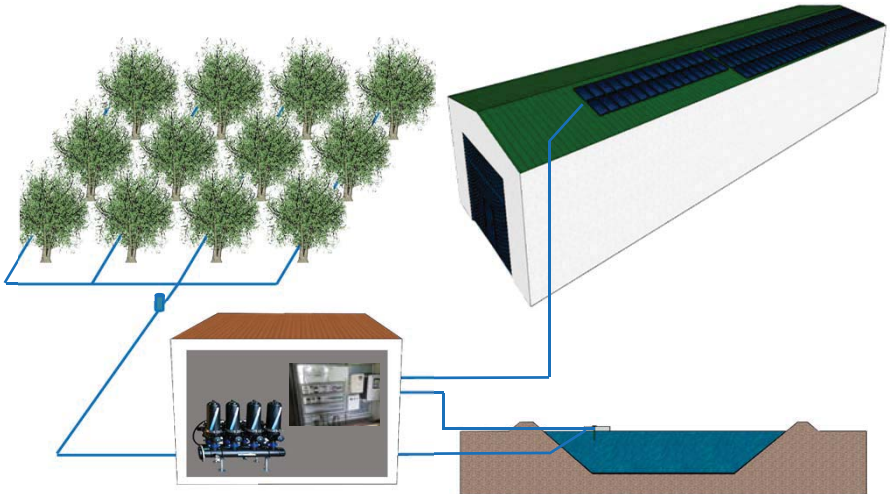
Cuestiones a resolver en ambos casos

Variables **dinámicas** que hay que tener en cuenta:

- Producción de energía
- Curva de funcionamiento bombas
- Nivel de la captación
- Pérdidas de energía en la red de distribución
- Necesidades de los cultivos

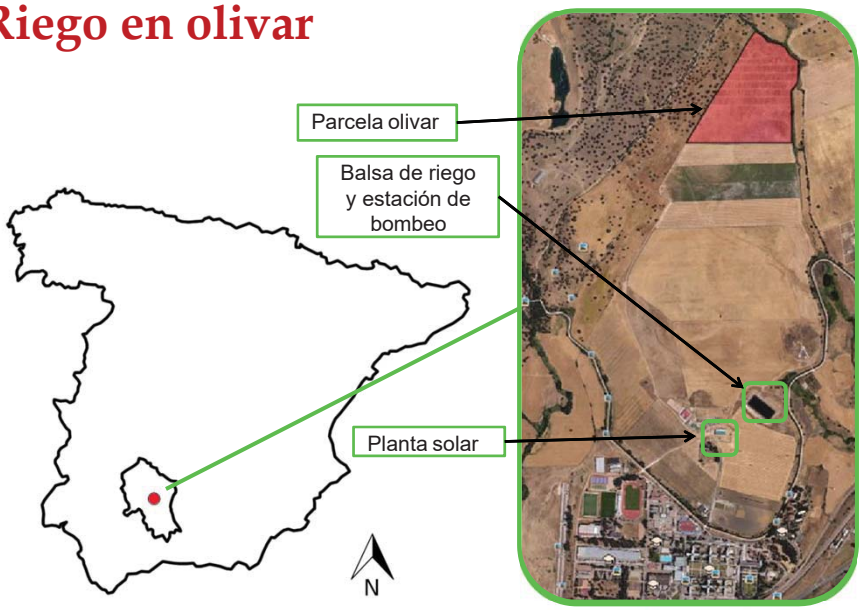
Gestión inteligente del riego mediante energía solar

CASO PRÁCTICO



SINCRONIZACIÓN DEL CALENDARIO DE RIEGO Y LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA LA GESTIÓN DE REDES DE RIEGO INTELIGENTES

Riego en olivar



Finca experimental de olivar intensivo de la Universidad de Córdoba

Olivar intensivo, 13.4 ha, riego por goteo, 3 sectores de riego

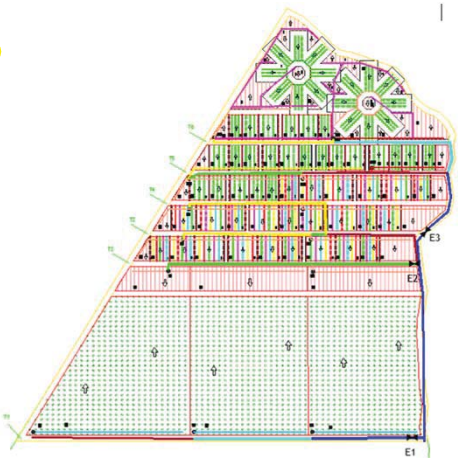
Planta fotovoltaica con 15.36 kW potencia pico, 168 m^2
Balsa de riego, bomba de 13 kW

Caracterización hidráulica

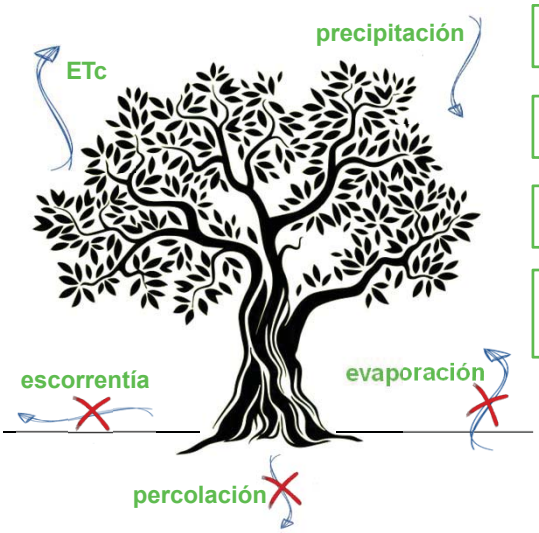
	Hidrantes	Superficie (ha)
Sector 1	2	7,2
Sector 2	6	3
Sector 3	5	4,2
Total	**13**	**14,6**

Goteros: 3,2-1,6 l/h;

autocompensantes (1-4 bar)



Determinación necesidades de riego.



Evapotranspiración cultivo:
Etc= Eto* kc * kr

Necesidades Cultivo (Riego):
NecRie= Etc - Peff

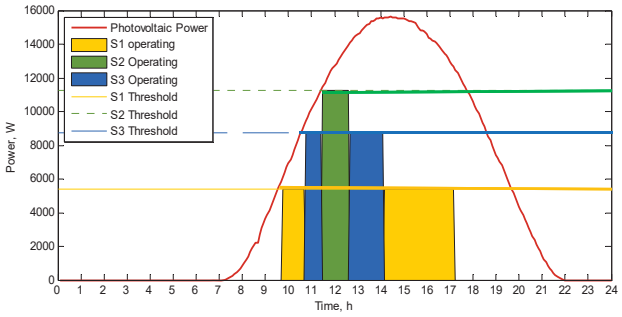
Precipitación Efectiva:
80% Prec. Registrada

Coeficientes RDC:
- cultivo
- etapa fenológica

Potencia por sectores

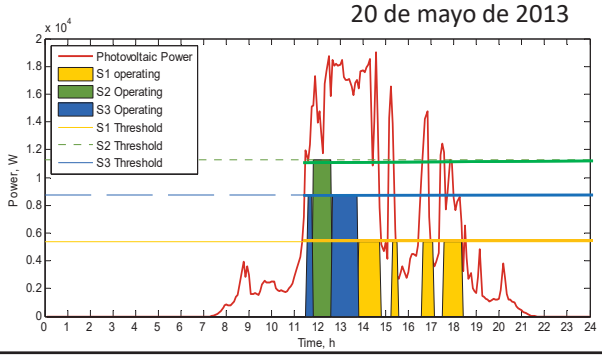
30 de Junio de 2013

S1 < S3 < S2

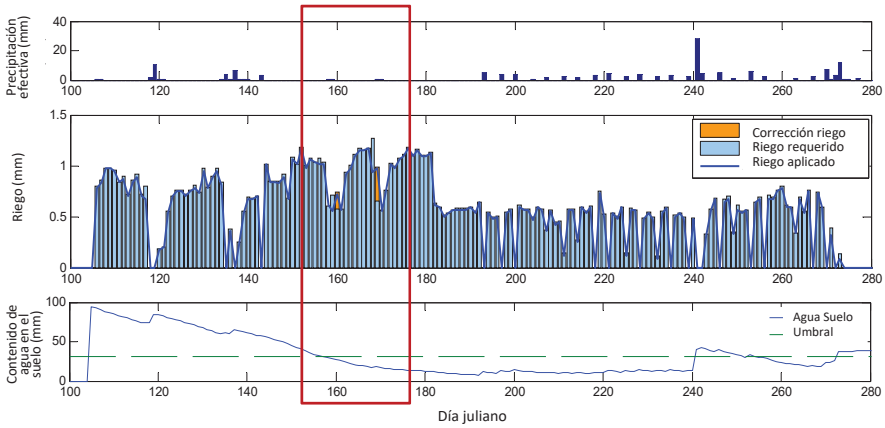


- Umbrales de entrada para cada sector.
- Establecemos orden de prioridad.

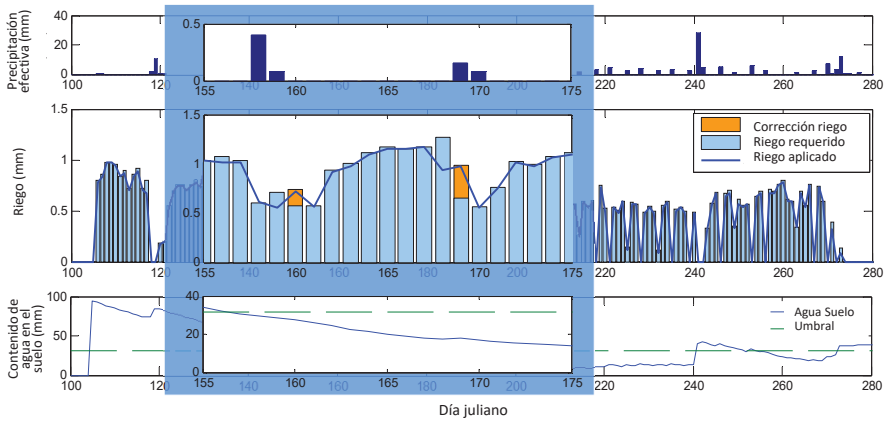
20 de mayo de 2013



Distribución de la precipitación efectiva, contenido de humedad en el suelo, agua requerida y aplicada para la simulación de la campaña de riego del 2013 para el sector 1 en Rabanales.

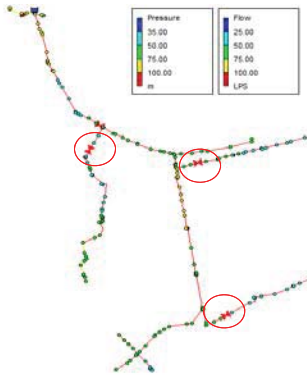


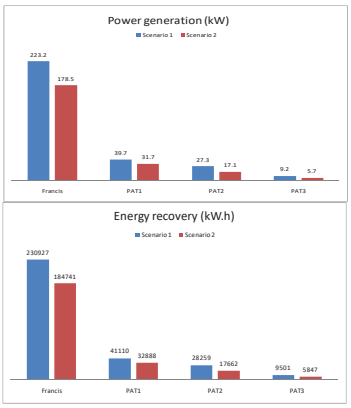
Mérida *et al.* (2018)



Generación de energía con turbinas y PATs en redes de riego

Estudio preliminar sobre las posibilidades de aprovechamiento energético en la CR Bembézar MI



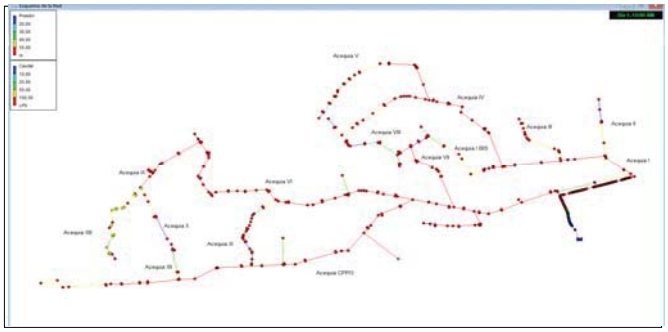


Ahorro potencial de 124 tCO2 o 270 MWh con periodos de amortización de 6 años

REDAWN
Reducing Energy Dependency in Atlantic Area Water Networks

UHGDZ Q#wlnqh#Frp r#remwlyr#rp hqwdu#dl#dlgrsfl%q#gh#dl#
wnfqrorj,d#gh#lnfxshudfl%q#gh#nqhuj,d#klgurhofwulfd#nq#lnghv#gh#
glvwulexfl%q#gh#dljxdl#

Experiencia piloto en la CR Genil – Margen izquierda



www.redawn.eu

Interreg Atlantic Area

63

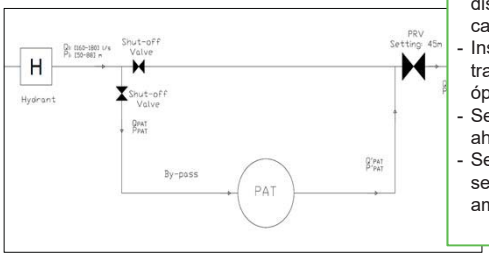
REDAWN
Reducing Energy Dependency in Atlantic Area Water Networks

Vxvwlwxfl%q#gh#vlvwhp dv#gh#jhqhudfl%q#gl#vhq#sru#nqhuj,d#
klgurhofwulfd#sdud#dl#dsdfdfl%q#ghq#lnwulnjr |#lowdgr

Interreg Atlantic Area

64

REDAWN
Reducing Energy Dependency in Atlantic Area Water Networks



- Caudal de 165 l/s y 20 m de exceso de presión disponible, bastante constantes durante la campaña de riegos.
- Instalación en by-pass para asegurar que la PAT trabaje durante la mayor parte del tiempo de forma óptima.
- Se instalará una PAT de 10 kW, la cual permitirá un ahorro en coste energético de unos 3,000 €/año.
- Según las estimaciones, la producción energética será de 56,800 kWh con un período de amortización de 5.4 años.

Conclusiones

- Las **tecnologías de riego** están lo suficientemente desarrolladas como para apoyar un manejo del riego preciso basado en un conocimiento del mismo.
- **Herramientas flexibles** y personalizados capaces de gestionar con eficacia los sistemas agrícolas
- El coste de la tecnología es con frecuencia para el agricultor demasiado marginal y resulta **económicamente viable**.
- El aumento de costes y la limitación del recurso agua están haciendo fundamental **maximizar la productividad** de cada gota
- El manejo de riego basado en el conocimiento ofrece una gran oportunidad para establecer en el regadío la **gestión sostenible** del agua (ahorro de agua, ahorro de energía y reducción de emisiones de CO_2).
- **El ahorro energético es posible** y pasa por una mejora en la gestión del riego y por la incorporación de estrategias de ahorro y por energías alternativas.

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
ETSIAM
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y de Montes
Gracias por su atención
Emilio Camacho Poyato . Catedrático de Hidráulica y Riegos
(ecamacho@uco.es)
Universidad de Córdoba. Tlfn 957218513
67
67