

EL PAPEL DE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA COMO ALTERNATIVA EN EL REGADÍO

Luis Narvarte

Instituto de Energía Solar

Universidad Politécnica de Madrid

ANTECEDENTES

- El coste de la electricidad para agricultores y Comunidades de Regantes:
 - FENACORE (Boletín Sep 2013 “Efecto de la modificación de las tarifas en las CCRR y soluciones): incremento de coste 627% - 1255%
 - 40% - 50% del coste total
 - Segundo consumidor eléctrico nacional
- Única alternativa para algunos cultivos:
 - Remolacha – 2017
- Mercado potencial:
 - Sur de Europa: 14 millones Has -16GW – 24.000M€
 - Norte de África (red + diesel): 1,5GW – 2.250 M€

“Alto Vinalopó” – Amortización en 25 años					
Crédito 100%	Coste red (c€/m ³)	Coste PV (c€/m ³)	Coste red (c€/kWh)	Coste PV (c€/kWh)	Ahorro
10 años	16,9	6,6	13,0	5,1	60,9%
25 años	16,9	7,1	13,0	5,4	58,2%

ANTECEDENTES

- Programa Regional del Sahel (PRS):
 - 600 bombas fotovoltaicas en el Sahel
 - UPM: control de calidad
- Desde 1995 en el norte de África:
 - 53 sistemas de bombeo en Marruecos, Argelia y Túnez
 - 5 sistemas de riego en Egipto



- Extensión a la alta potencia:
 - Proyecto financiado por MICINN y AECID
 - Participantes: UPM, UMA, CGUAV, TICHKA

EL PROYECTO

- Objetivo:
 - Adaptar el bombeo fotovoltaico para usos de alta potencia
 - Mostrar que puede competir con el diesel y la red eléctrica para usos de riego productivo

- Metodología:
 - Utilización de equipos estándar y fiables
 - Demostrador

EL DEMOSTRADOR

- Pozo Candela (CGUAV)

Datos pozos representativos CGUAV. Anualidad 2012								
Pozo	Tarifa	Horas func.	m ³	kWh	Coste energía (€)	Coste fijo (€)	kWh/m ³	c€/m ³
Candela	6.1	2.613	738.679	958.939	78.918	15.329	1,30	10,68
Rosita	6.1	4.844	1.815.960	2.054.426	165.727	17.756	1,13	9,13
B. Puentes	3.1a	3.994	1.381.751	1.396.196	152.926	8.099	1,01	11,07
Total	3.1a y 6.1	59.578	12.859.444	16.600.982	1.627.527	150.180	1,29	12,66

- Acondicionamiento



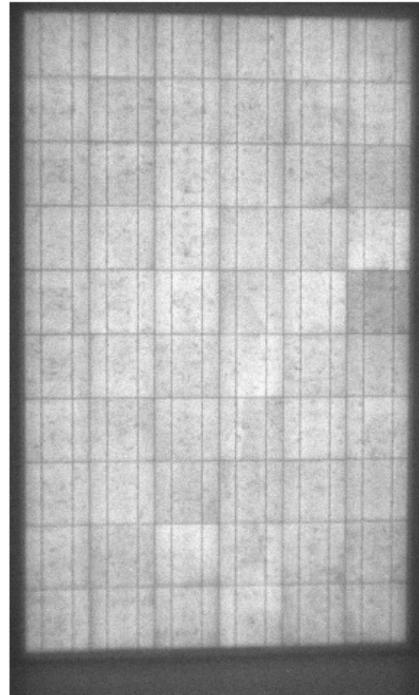
EL DEMOSTRADOR

- Generador fotovoltaico: 20 kW sobre seguidor

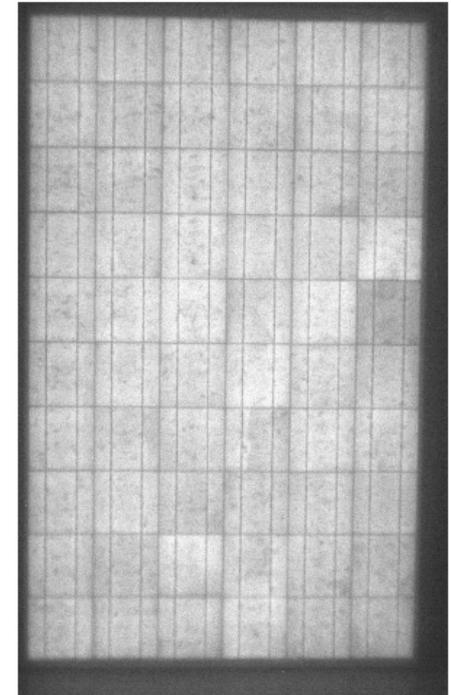


Módulo N1041303028116

- Módulos



Electroluminiscencia inicial



Electroluminiscencia tras 7 días a -1000V

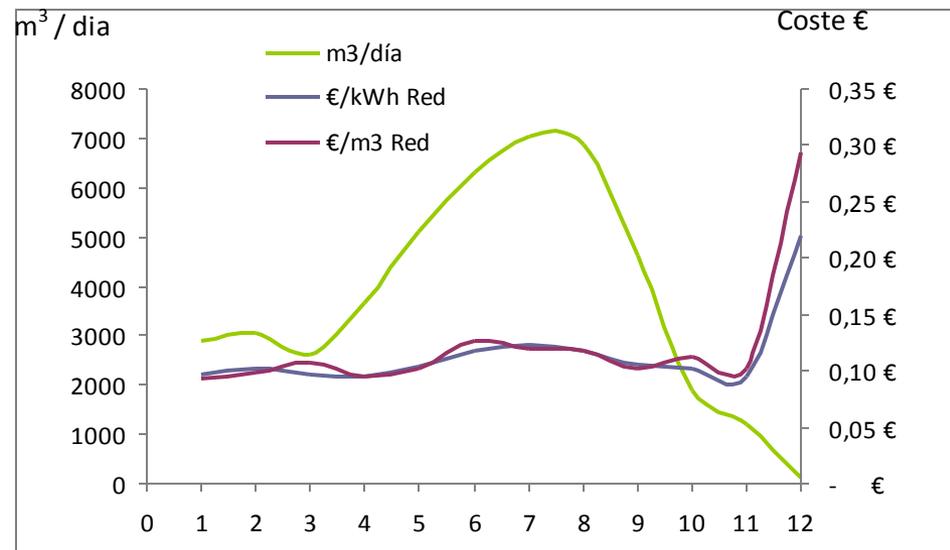
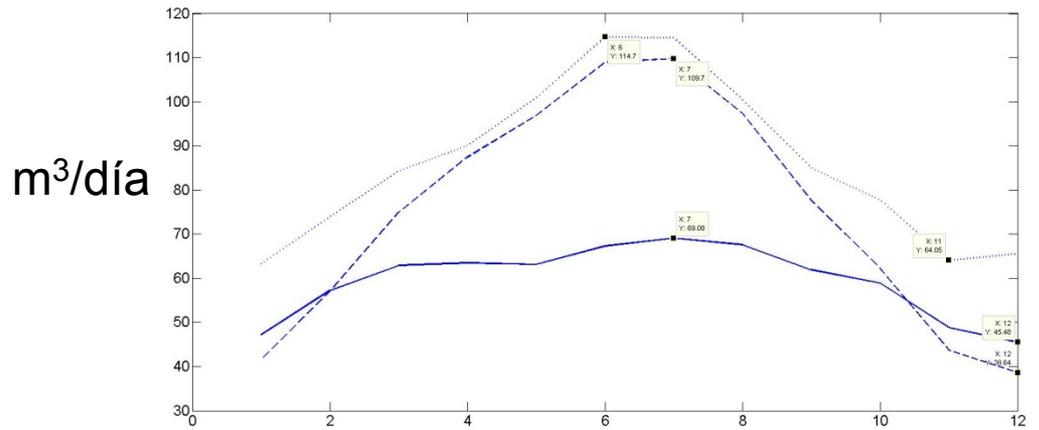
EL DEMOSTRADOR

- Generador fotovoltaico: Seguidor eje horizontal Norte-Sur

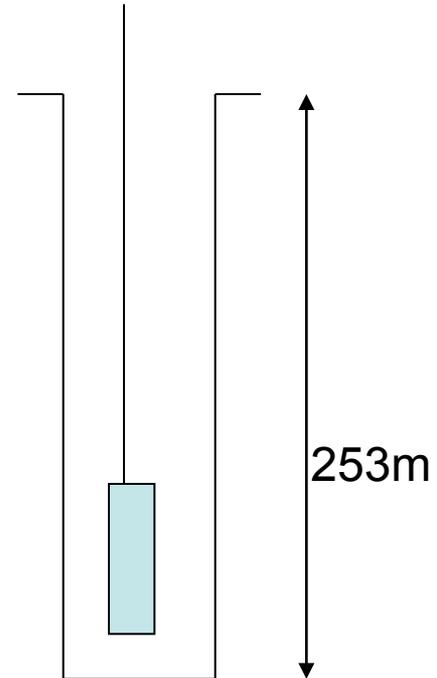
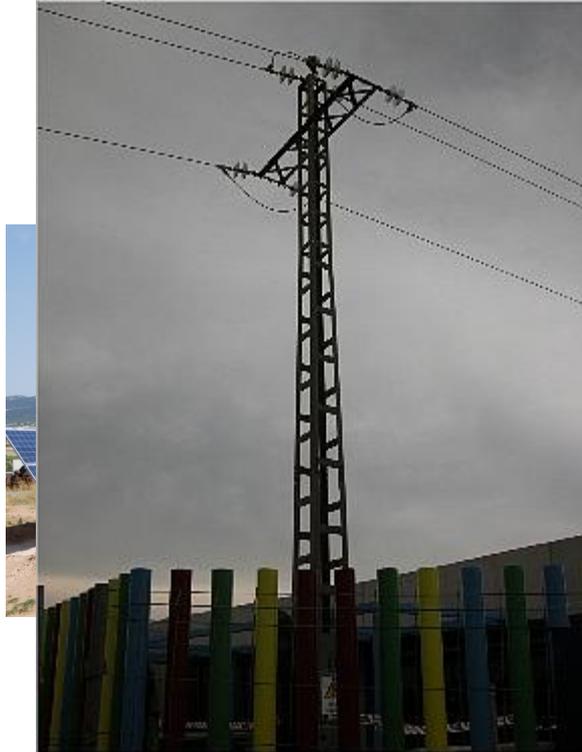
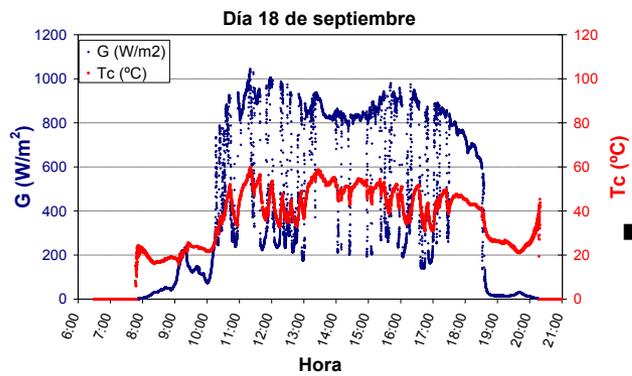


EL DEMOSTRADOR

- Generador fotovoltaico: 20 kW sobre seguidor

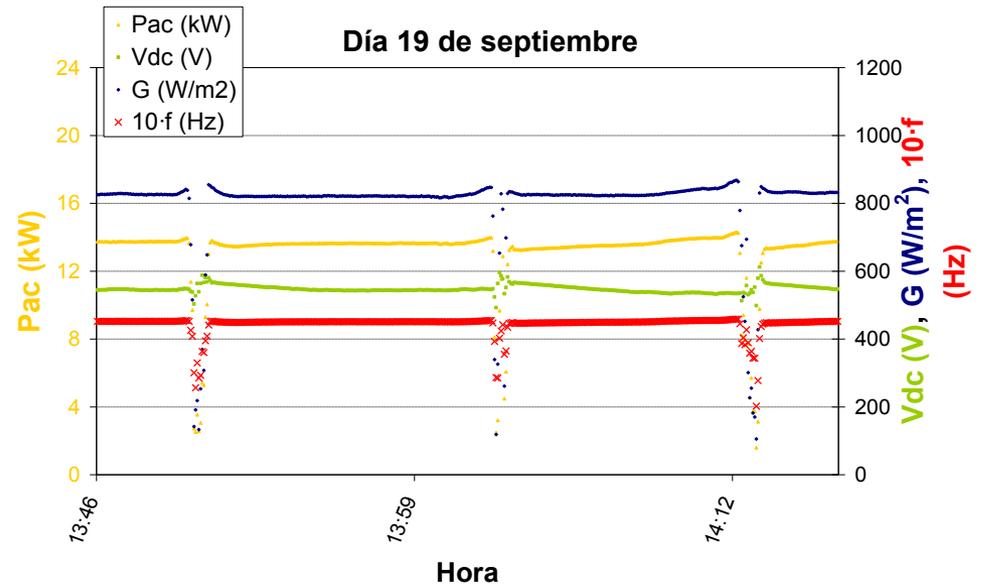


LA PROBLEMÁTICA



RESULTADOS

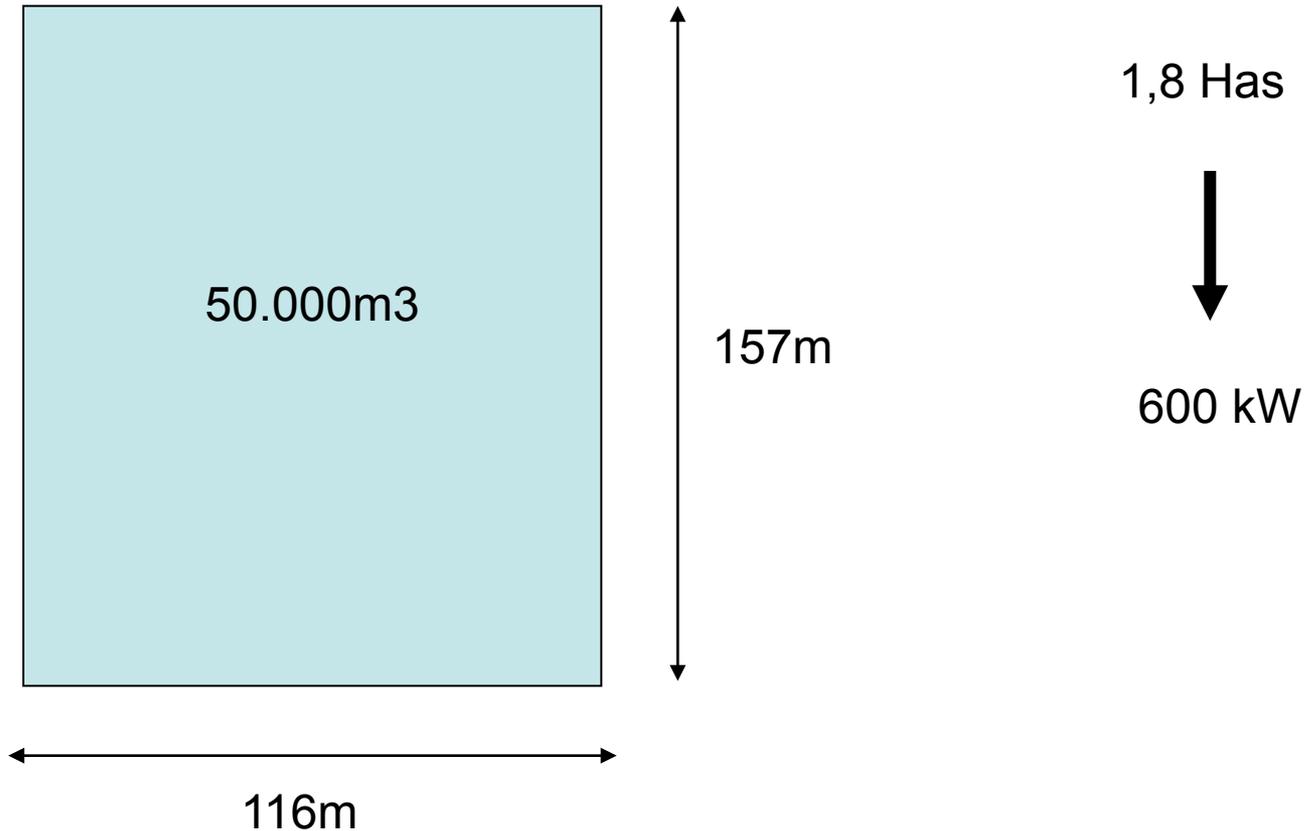
- Fiabilidad:
 - 100m³/día (julio)
 - Buen “paso por nube”
- Seguidor robusto



¿Cuánto ocupa?

1 kW de panel FV = 10 m²

1 kW con seguidor N-S = 30 m²



¿Se pueden instalar 600kW?

Sí

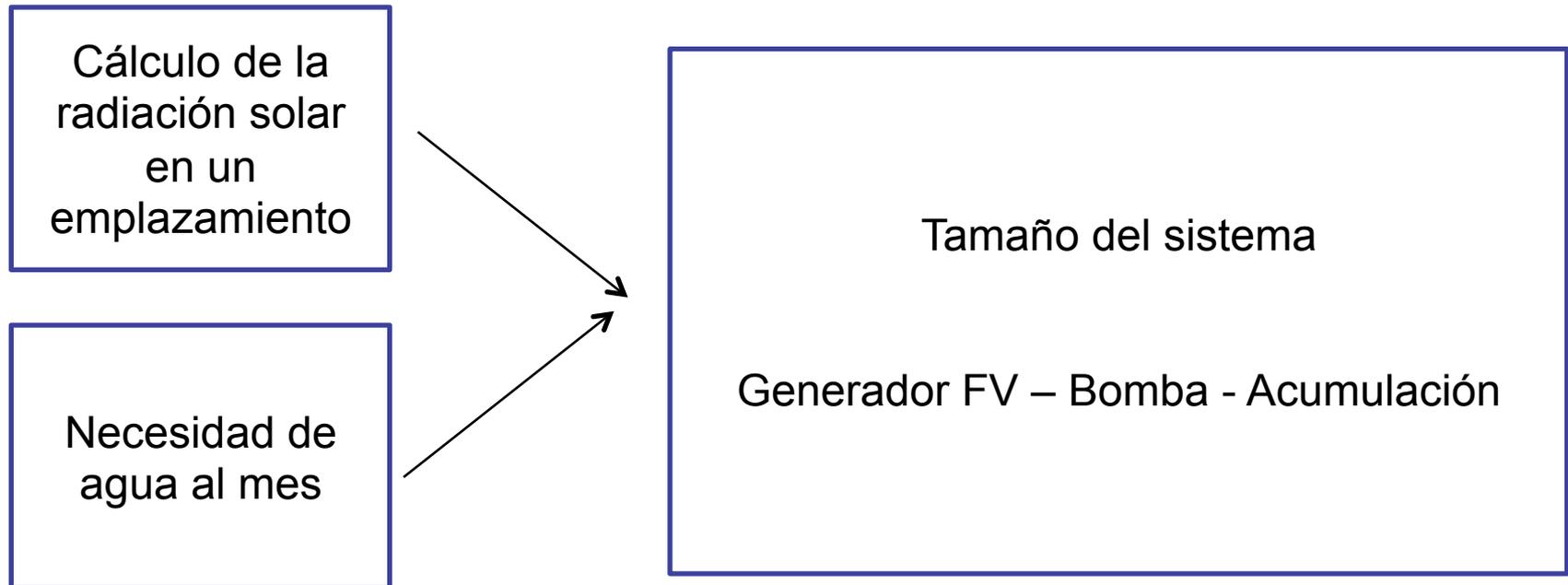


X 30



¿Da el agua que necesito si está nublado?

¿Cómo se calcula el tamaño de un bombeo fotovoltaico?



¿Cómo evitar robos?

De 3,5 €/W a 0,5€/W



¿Cuánto cuesta?

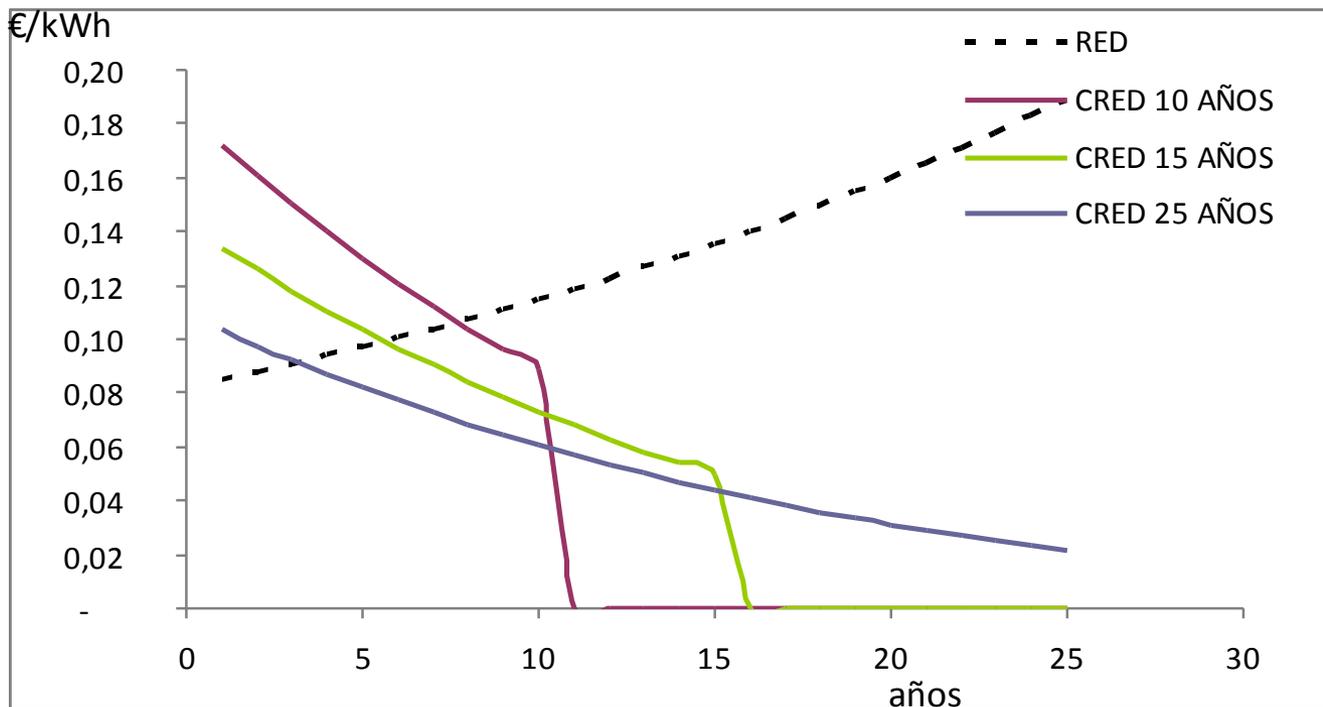
- Coste: 2,4€/W; Si hiciéramos 200kW: 1,7€/W; Gran escala: 1,5€/W
- Competitivo económicamente:
 - Interés 5%
 - Incremento del precio de la electricidad 7%
 - Tasa de descuento 3,5%

Pozo Candela – Amortización en 25 años					
Crédito 100%	Coste Red c€/m ³	Coste FV c€/m ³	Coste Red c€/kWh	Coste FV c€/kWh	Ahorro (%)
10 años	16,9	6,6	13,0	5,1	60,9
15 años	16,9	6,8	13,0	5,2	59,9
25 años	16,9	7,1	13,0	5,4	58,2

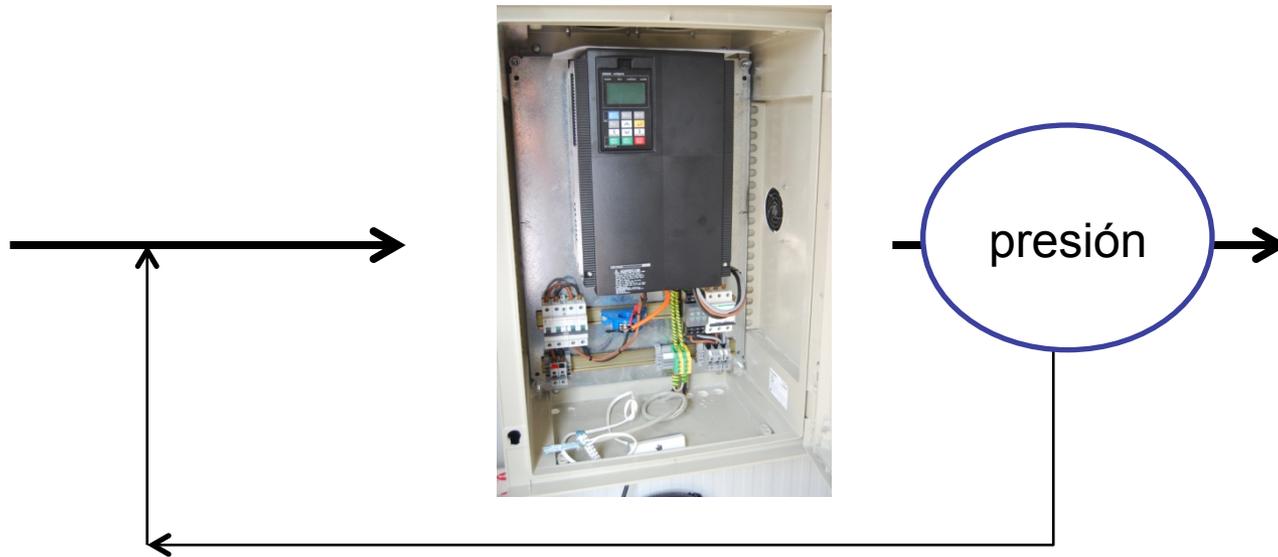
¿Cuánto cuesta?

Tasa de sustitución	Ahorro [€]	Ahorro[%]
0%	- €	0%
25%	8318881 €	14%
50%	22167669 €	38%
75%	33290478 €	57%
100%	43893175 €	75%

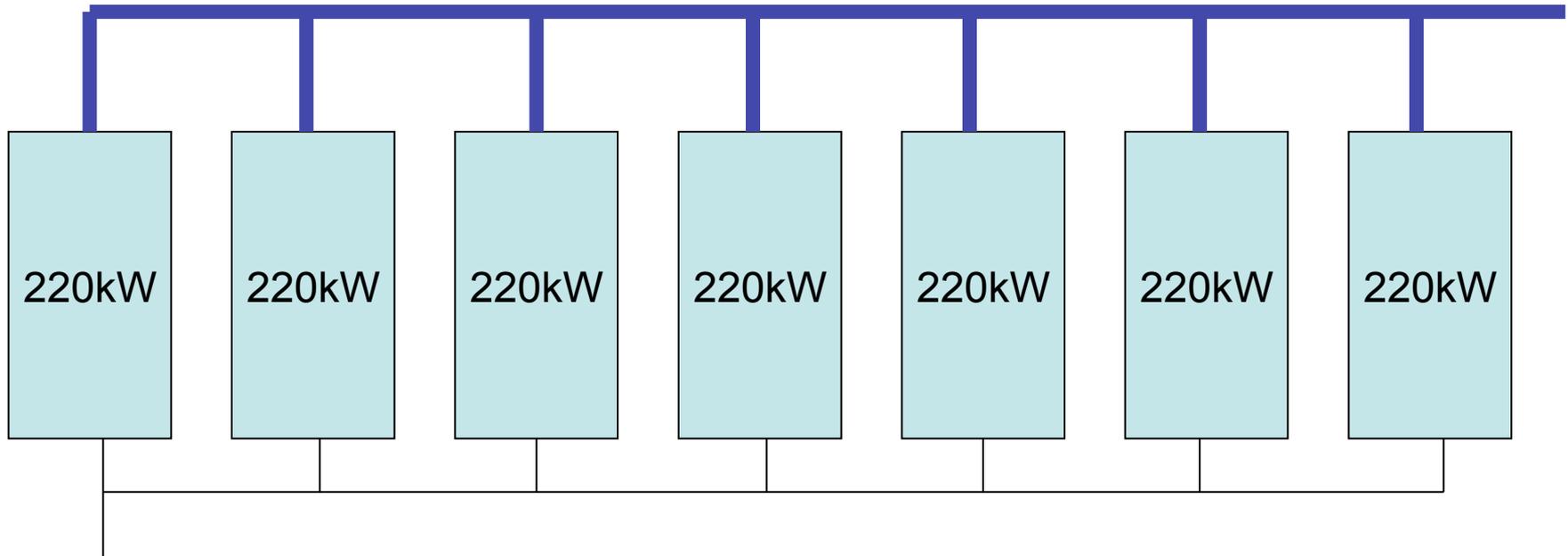
¿Plazo de recuperación de la inversión?



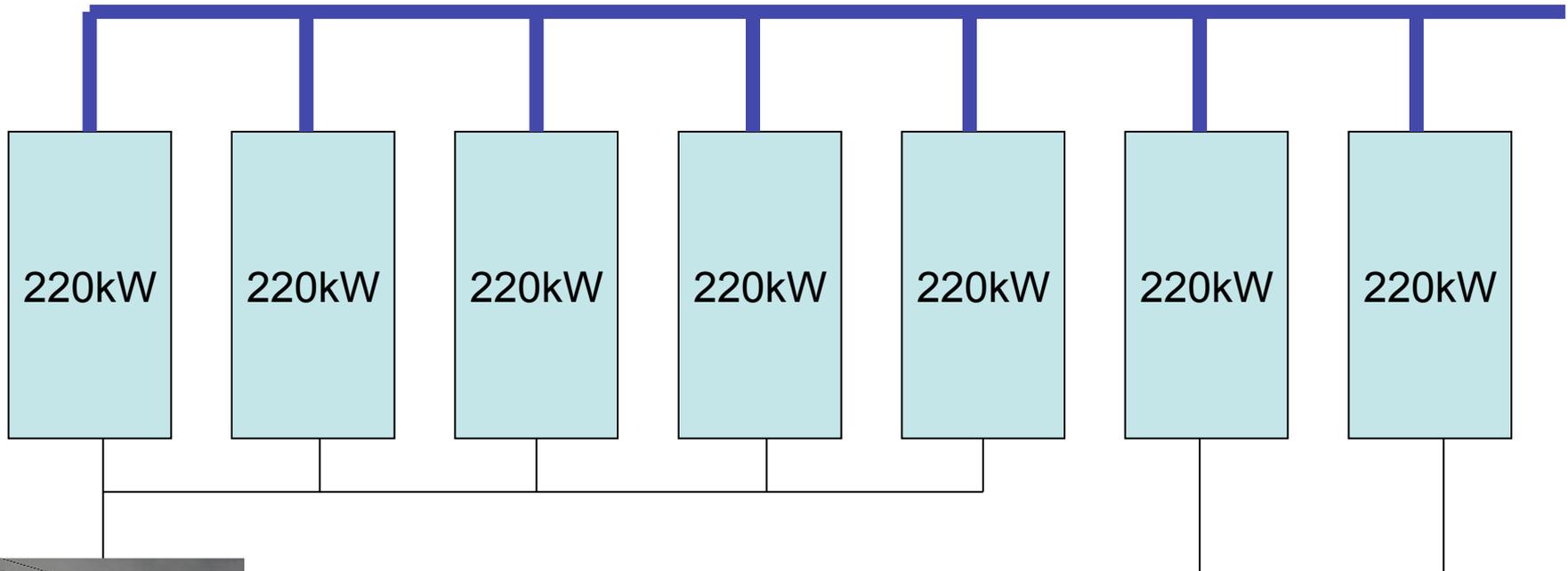
¿Se puede bombear a presión constante?



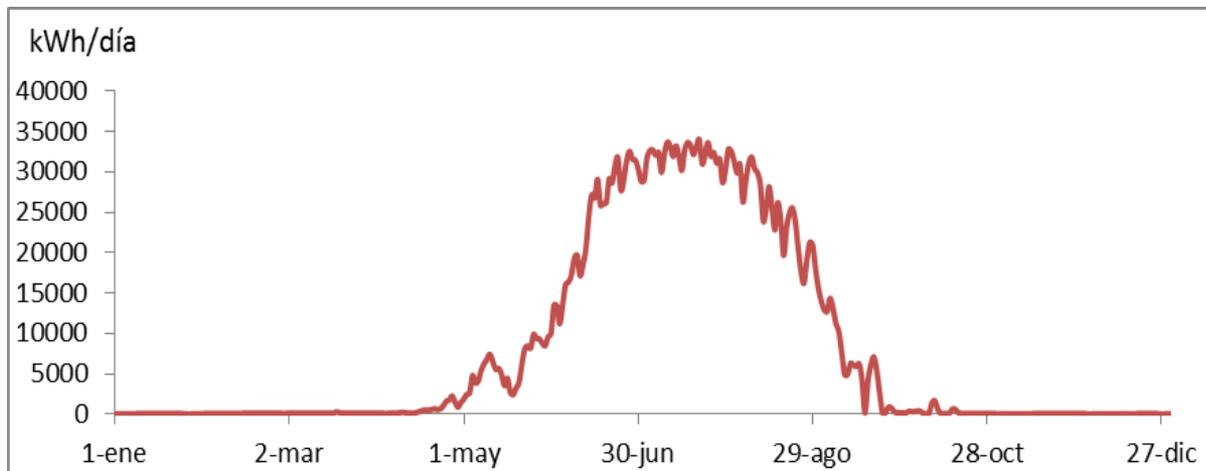
ZÚJAR



ZÚJAR

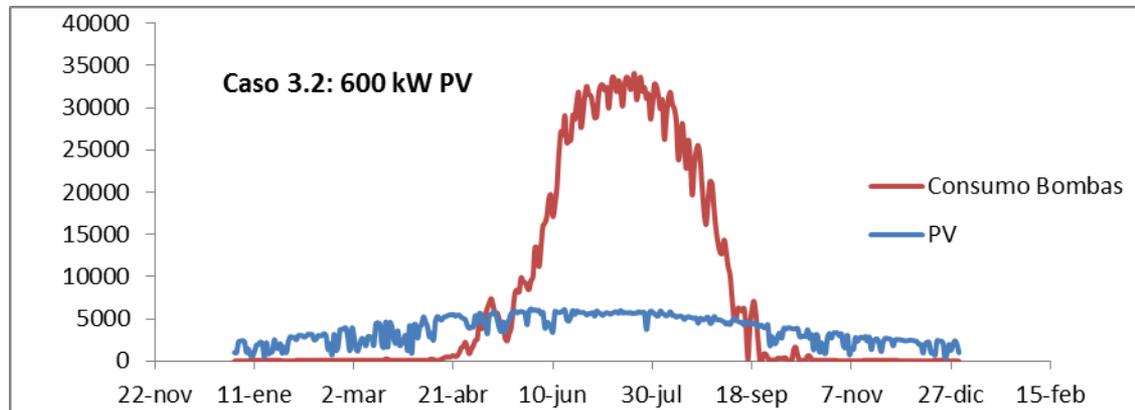
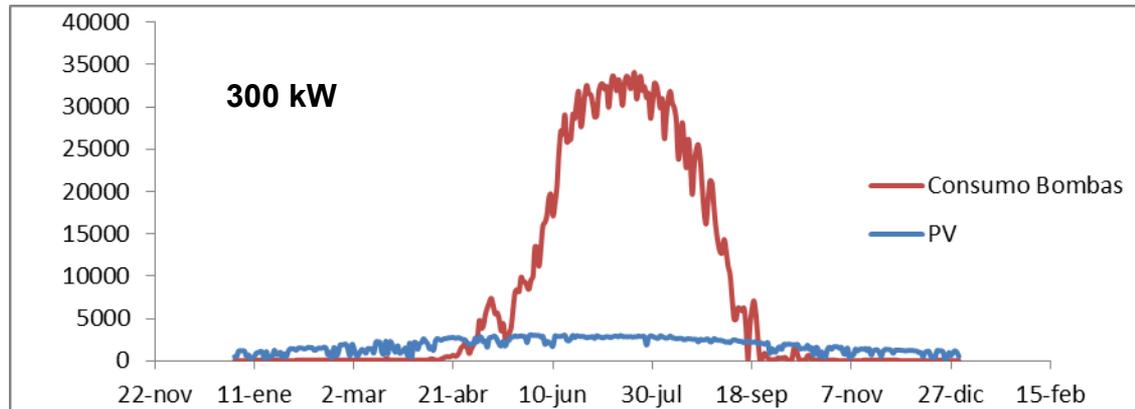


ZÚJAR



Tramo horario	Término Energía (€/kWh)	Término Potencia (€/kW día)
P1	0,12846	0,10973
P2	0,11016	0,05491
P3	0,09521	0,04019
P4	0,08322	0,04019
P5	0,08062	0,04019
P6	0,06894	0,01834

Generador PV	300 y 600 kWp
Seguidor	1 eje horizontal N-S
Producción anual	2.260 kWh/kWp
Coste	1,8 €/Wp
Simulación	Datos horarios de radiación 2012
Interés crédito	5,0%
Tasa aumento coste electricidad	7,0%
Tasa descuento	3,5%



Simulación coste a 25 años

25 años	Red	Red optimizada	FV 300kW	FV 600kW
(Créd. a 10 años)	16.238.720 €	15.344.124 €	13.888.734 €	12.780.471 €
(Créd. a 25 años)			13.928.632 €	12.860.267 €

Matriz de ahorro	COSTE 25 AÑOS	COSTE	Red	Red optim	FV 300kW
	Red	16.238.720 €	-	-	-
Red optimizada	15.344.124 €	5,5%	-	-	
FV 300kW	13.928.632 €	14,2%	9,2%	-	
FV 600 kW	12.860.267 €	20,8%	16,2%	7,4%	

TIR y VAN

	TIR	VAN
FV 300kW	17,94%	1.512.609,81 €
FV 600kW	16,57%	2.678.092,46 €

Simulación coste a 25 años

Aprovechamiento al 100%

25 años	Red	Red optimizada	FV 300kW	FV 600kW
(Créd. a 10 años)	16.238.720 €	15.344.124 €	12.480.046 €	9.669.452 €
(Créd. a 25 años)			12.519.944 €	9.749.248 €

Matriz de ahorro	COSTE 25 AÑOS	COSTE	Red	Red optim	FV 300kW
	Red	16.238.720 €	-	-	-
	Red optimizada	15.344.124 €	5,5%	-	-
	FV 300kW	12.519.944 €	22,9%	18,4%	-
	FV 600kW	9.749.248 €	40,0%	36,5%	21,9%

TIR y VAN

	TIR	VAN
FV 300kW	24,36%	2.337.696,31 €
FV 600kW	23,68%	4.500.255,69 €