



## ENERGÍA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO:

### Experiencias en el ámbito municipal

Instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo construidas en municipios de la Janda Interior y Rota

26 Marzo 2015, Cádiz

# Índice

## Instalaciones en la Janda Interior y Rota

- **Introducción**

- **Instalaciones de autoconsumo interconectadas en municipios de la Janda Interior**

01. Instalaciones realizadas
02. Esquema General de la instalación
03. Datos de producción frente a consumo
04. Datos económicos de una instalación
05. Fotos de instalaciones ejecutadas

- **Instalación de autoconsumo asistida para dar suministro al Polideportivo de Rota**

06. Consumo y dimensionado de la instalación
07. Esquema general y funcionamiento de la instalación
08. Datos económicos de la instalación
09. Fotos de la instalación



# Introducción

## Instalaciones en la Janda Interior y Rota

### 10 INSTALACIÓN DE AUTOCONSUMO EN MUNICIPIOS DE LA JANDA INTERIOR Expediente S-997.

Suministro, diseño, estudio, instalación, montaje y puesta en marcha de instalaciones fotovoltaicas de pequeña potencia en edificios públicos municipales de la Janda Interior en el marco del Proyecto Integral de Desarrollo Local y Urbano, CRECE, Janda Interior, cofinanciado por FEDER

DENTRO DE LA MEDIDA 1.C RELATIVA A EXPERIENCIAS PILOTO SOSTENIBLES EN EL AMBITO DE LA MEJORA DEL ENTORNO NATURAL Y LA CALIDAD en el marco del Proyecto Integral de Desarrollo Local y Urbano, CRECE, Janda Interior, cofinanciado por FEDER HASTA UN 80% Y UN 20% POR EL IEDT.

### INSTALACIÓN AISLADA ROTA Expediente S-1141.

Experiencia piloto, para el suministro, diseño, estudio, instalación, montaje y puesta en marcha de instalación fotovoltaica para autoconsumo con almacenamiento de energía dentro de la medida 1.c relativa a experiencias piloto sostenibles del Proyecto Integral de Desarrollo Local y Urbano, CRECE, de la Bahía Noroeste..

DENTRO DE LA MEDIDA 1.C RELATIVA A EXPERIENCIAS PILOTO SOSTENIBLES EN EL AMBITO DE LA MEJORA DEL ENTORNO NATURAL Y LA CALIDAD EN EL MARCO DEL PROYECTO INTEGRAL DE DESARROLLO LOCAL Y URBANO, CRECE, DE LA BAHÍA NOROESTE, COFINANCIADO POR FEDER HASTA UN 80% Y UN 20% POR EL IEDT.



#### INSTALACIONES EN LA JANDA INTERIOR.

- 10 instalaciones de autoconsumo interconectadas realizadas en 5 municipios.

#### INSTALACIÓN EN ROTA:

- Instalación asistida con acumulación para suministro a polideportivo.

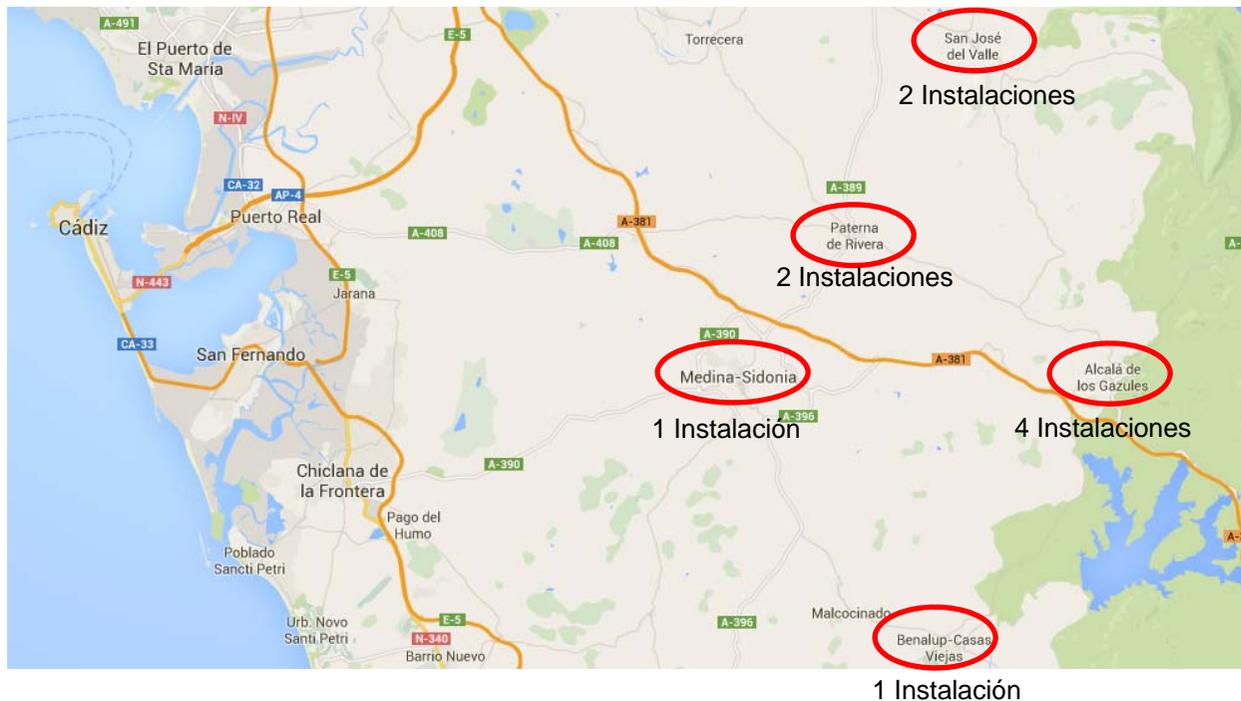


## Instalaciones en municipios de la Janda Interior

### Instalaciones realizadas

Son instalaciones fotovoltaicas para autoconsumo interconectadas en la red interior, legalizadas según Real Decreto 1699/20111 de conexión de instalaciones de pequeña potencia.

Lo que se pretende es vender exclusivamente la energía excedentaria, es decir, solo aquella que no sea consumida instantáneamente en la red interior, la conexión se ha realizado entre el contador de la instalación y la caja general de mando y protección (en la propia caja de Protección y Medida), existiendo un único contador bidireccional que registra los flujos de energía con la compañía distribuidora.



## Instalaciones en municipios de la Janda Interior

### Instalaciones realizadas

#### PATERNA DE LA RIVERA

- Instalación en cubierta plana del ayuntamiento
- Instalación en cubierta plana del edificio municipal multiusos

#### SAN JOSÉ DEL VALLE

- Instalación en cubierta plana del ayuntamiento
- Instalación en cubierta plana del edificio comunitario

#### BENALUP-CASAS VIEJAS

- Instalación en cubierta plana del colegio Padre Muriel

#### MEDINA SIDONIA

- Instalación en cubierta plana de la Biblioteca-Centro joven

#### ALCALÁ DE LOS GAZULES

- Instalación en cubierta plana del ayuntamiento
- Instalación en cubierta plana del centro de salud
- Instalación en cubierta plana Escuela Infantil “La Miga”
- Instalación en cubierta de depósitos de abastecimiento de agua



#### ¿POR QUÉ SE HAN ELEGIDO ESTOS EDIFICIOS?

- Consumo relativamente constante a lo largo del año, consumo mayoritariamente diurno, cubiertas amplias y sin sombras y suministros en B.T.

- Se descartan edificios como polideportivo con consumos tarde y noche y piscinas con consumos únicamente los meses de verano

# Instalaciones en municipios de la Janda Interior

## Instalaciones realizadas

### PATERNA DE LA RIVERA

- Instalación en cubierta del ayuntamiento



- Instalación en cubierta del edificio municipal multiusos



# Instalaciones en municipios de la Janda Interior

## Instalaciones realizadas

### SAN JOSÉ DEL VALLE

- Instalación en cubierta plana del ayuntamiento



- Instalación en cubierta plana del edificio comunitario



# Instalaciones en municipios de la Janda Interior

## Instalaciones realizadas

### BENALUP-CASAS VIEJAS

- Instalación en cubierta plana del colegio Padre Muriel



### MEDINA SIDONIA

- Instalación en cubierta plana de la Biblioteca-Centro joven



# Instalaciones en municipios de la Janda Interior

## Instalaciones realizadas

### ALCALÁ DE LOS GAZULES

- Instalación en ayuntamiento
- Centro de salud



- Escuela Infantil "La Miga"
- Depósitos abastecimiento de agua



## Instalaciones en municipios de la Janda Interior

### Esquema General de la instalación

#### FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN:

- Cuando el sol incide sobre los paneles se ponen en tensión, arrancando el inversor cuando la tensión supera los 250 Vcc, comenzando con la producción de energía, se pueden dar dos casos:
  - 1) Si la energía consumida en el edificio es menor que la generada se tendrá un excedente que será medido por el contador bidireccional como energía vertida a la red.
  - 2) Si la energía consumida es mayor que la generada, se demandará de la red la diferencia, por ejemplo si se producen 5 kW y en el edificio se consumen 6 kW, tan solo es necesario tomar de la red 1 kW, que será registrado por el contador bidireccional como energía consumida.



# Instalaciones en municipios de la Janda Interior

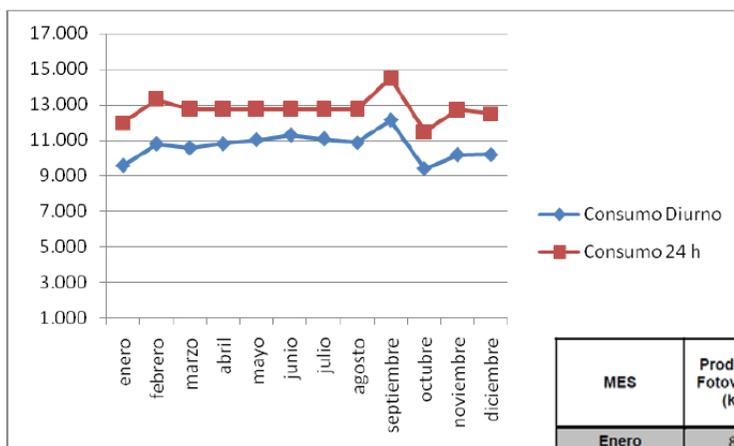
## Datos de producción frente a consumo.

**EJEMPLO 1: INSTALACIÓN EN LA QUE SE CONSUME EL 100% DE LA ENERGÍA GENERADA.**

**- DEPÓSITOS DE ABASTECIMIENTO EN ALCALÁ DE LOS GAZULES.**



### Consumo en depósitos de agua



MES	Producción Fotovoltaica (kWh)	Consumo 24h (kWh)	Horas de sol	Consumo horas de sol (kWh)	Ratio capacidad consumo
Enero	837	12000	13:13	9566	11,43
Febrero	916	13294	10:43	10792	11,78
Marzo	1260	12750	11:56	10570	8,39
Abril	1370	12750	13:16	10811	7,89
Mayo	1550	12750	14:22	11010	7,10
Junio	1680	12750	14:55	11290	6,72
Julio	1790	12750	14:41	11067	6,18
Agosto	1640	12750	13:42	10890	6,64
Septiembre	1320	14500	12:26	12124	9,18
Octubre	1130	11500	11:10	9409	8,33
Noviembre	873	12700	10:00	10181	11,66
Diciembre	778	12500	9:24	10219	13,13
<b>ANUAL</b>	<b>15.144</b>	<b>152.994</b>	<b>12,16</b>	<b>127.930,08</b>	<b>9,04</b>

En el caso de los depósitos de abastecimiento el consumo es constante a lo largo del año, e incluso es mayor en los meses de verano por la mayor demanda en el consumo de agua.

## Instalaciones en municipios de la Janda Interior

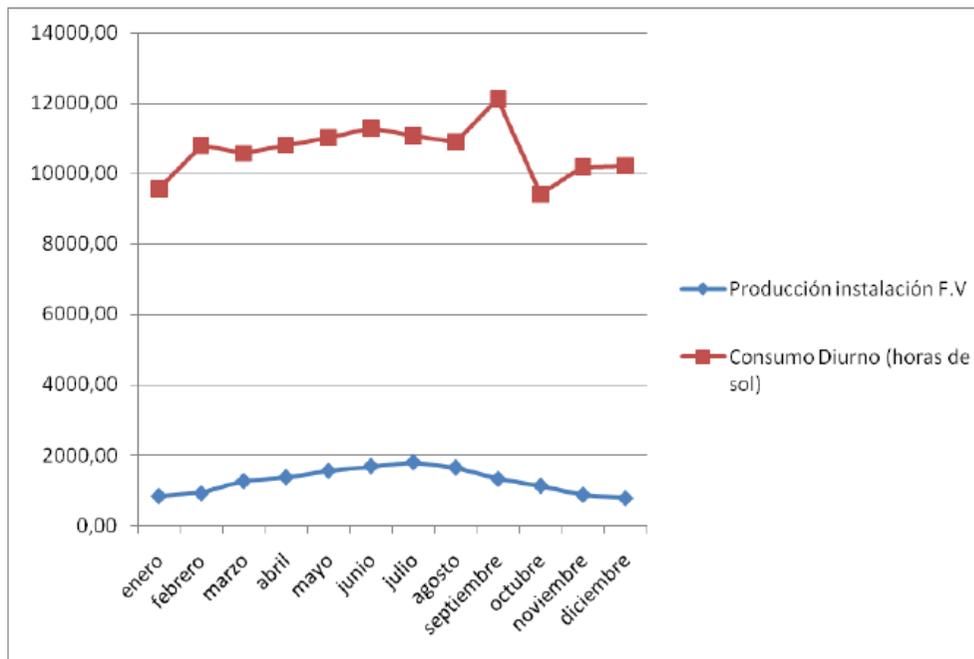
### Datos de producción frente a consumo.

**CASO 1: INSTALACIÓN EN LA QUE SE CONSUME EL 100% DE LA ENERGÍA GENERADA.**

**- DEPÓSITOS DE ABASTECIMIENTO EN ALCALÁ DE LOS GAZULES.**



### Datos de consumo frente a la generación.



En el caso de los depósitos de abastecimiento el consumo es constante a lo largo del año, e incluso es mayor en los meses de verano por la mayor demanda en el consumo de agua.

Por tanto se consume el total de la energía generada, con ese consumo se puede absorber la energía generada por una instalación de hasta 60kW

## Instalaciones en municipios de la Janda Interior

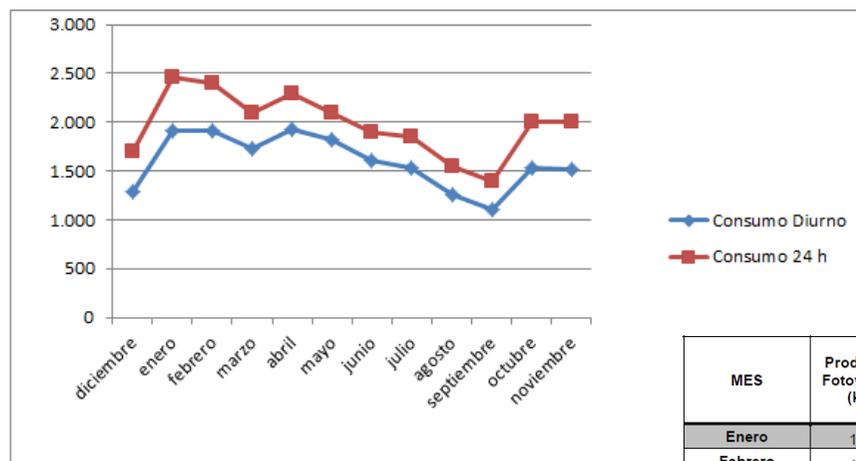
### Datos de producción frente a consumo.

**EJEMPLO 2: INSTALACIÓN EN LA QUE NO SE CONSUME TODA LA ENERGÍA GENERADA.**

**- COLEGIO PADRE MURIEL EN BENALUP.**



### Consumo en el colegio Padre Muriel



MES	Producción Fotovoltaica (kWh)	Consumo 24h (kWh)	Horas de sol	Consumo horas de sol (kWh)	Ratio capacidad consumo
Enero	1030	1700	13:13	1294,36	1,26
Febrero	1100	2458	10:43	1913,83	1,74
Marzo	1400	2400	11:56	1917,33	1,37
Abril	1420	2100	13:16	1724,33	1,21
Mayo	1530	2300	14:22	1930,72	1,26
Junio	1580	2100	14:55	1817,08	1,15
Julio	1670	1900	14:41	1604,97	0,96
Agosto	1620	1850	13:42	1532,42	0,95
Septiembre	1410	1550	12:26	1251,19	0,89
Octubre	1290	1400	11:10	1100,56	0,85
Noviembre	1070	2000	10:00	1533,33	1,43
Diciembre	985	2000	9:24	1513,33	1,54
<b>ANUAL</b>	<b>16.105,08</b>	<b>23.758</b>	<b>12,16</b>	<b>19.133,47</b>	<b>1,22</b>

En el caso del colegio el consumo se reduce bastante en los meses de vacaciones.

## Instalaciones en municipios de la Janda Interior

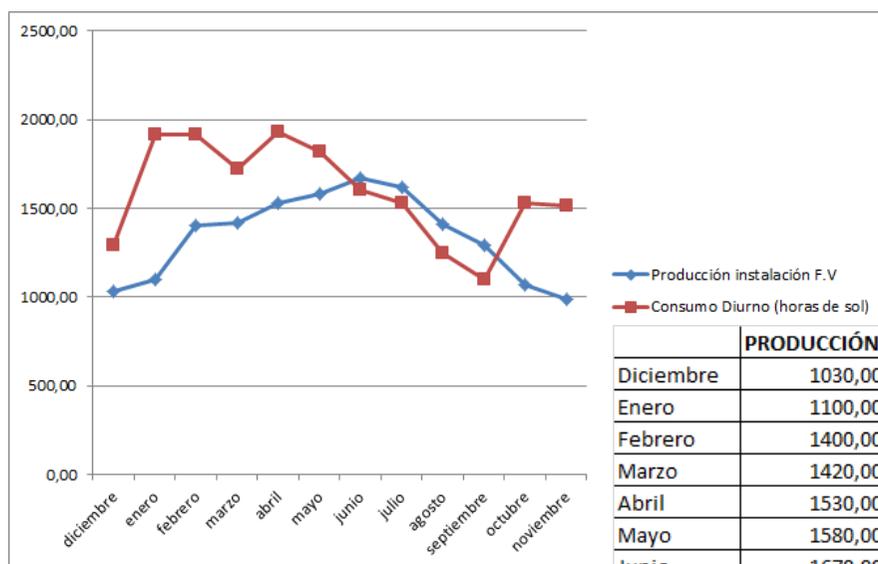
### Datos de producción frente a consumo.

**EJEMPLO 2: INSTALACIÓN EN LA QUE NO SE CONSUME TODA LA ENERGÍA GENERADA.**

**- COLEGIO PADRE MURIEL EN BENALUP.**



### Datos de consumo frente a Generación



	PRODUCCIÓN	CONSUMO	AUTOCONSUMIDA	EXCEDENTES
Diciembre	1030,00	1294,36	1030,00	0
Enero	1100,00	1913,83	1100,00	0,00
Febrero	1400,00	1917,33	1400,00	0,00
Marzo	1420,00	1724,33	1420,00	0,00
Abril	1530,00	1930,72	1530,00	0,00
Mayo	1580,00	1817,08	1580,00	0,00
Junio	1670,00	1604,97	1604,97	65,03
Julio	1620,00	1532,42	1532,42	87,58
Agosto	1410,00	1251,19	1251,19	158,81
Septiembre	1290,00	1100,56	1100,56	189,44
Octubre	1070,00	1533,33	1070,00	0,00
Noviembre	985,00	1513,33	985,00	0,00
Total	16105,00	19133,47	15604,14	500,86

En el caso del colegio el consumo se reduce bastante en los meses de vacaciones (julio, agosto y septiembre)

Por tanto en esos meses no se consume el total de la energía generada, siendo los 10kW instalados el máximo que consideramos adecuado para el consumo que se tiene.

En la tabla podemos observar la producción, el consumo en las horas de sol, la energía que se autoconsume y la energía que se vierte a red.

## Instalaciones en municipios de la Janda Interior

### Datos económicos de la instalación.

El coste total de ejecución de una de estas instalaciones ha sido de 14.099 €

#### DEPÓSITOS DE AGUA ALCALÁ DE LOS GAZULES.

Para los depósitos de agua el ahorro económico es de :

- Autoconsumo:  $16.105 \text{ kWh} * 0,1274 \text{ €/kWh} = 2.051,77 \text{ €}$

NOTA: El 100% de la energía se autoconsume y el precio de compra durante el día en los depósitos es de 0,1274 €/kWh.

#### COLEGIO PADRE MURIEL EN BENALUP.

Para el colegio el ahorro económico es de:

- Autoconsumo:  $15.604 \text{ kWh} * 0,1283 \text{ €/kWh} = 2.001,99 \text{ €}$

- Excedentes:  $501 \text{ kWh} * 0,06 \text{ €/kWh} = 30,06 \text{ €}$

El ahorro acumulado es de 2.032,05 €

NOTA: El 100% de la energía se autoconsume, el precio de compra durante el día en el colegio es de 0,1283 €/kWh y hemos considerado el precio de venta en 6 c€/kWh

Los 14.099 € de la inversión se recuperan en 7 años. Si consideráramos únicamente el 20% aportado por el IEDT, el tiempo de amortización de la inversión se reduce a 1 año y 4 meses.



Además del claro beneficio económico que supone estas instalaciones, se tiene también un beneficio medio ambiental ya que con una producción por instalación de 16.105 kWh, se tiene una reducción de 8 Tn de CO<sub>2</sub>, lo que supone 80 Tn al año para el conjunto de las 10 instalaciones, y **2.400 Tn** para la vida útil de 30 años



# Instalaciones en municipios de la Janda Interior

## Fotos de instalaciones ejecutadas.

### BENALUP-CASAS VIEJAS

- Instalación en cubierta plana del colegio Padre Muriel



Paneles sobre la cubierta a 32° de inclinación, orientación 6° suroeste (paralelo a cubierta) y lastres de hormigón

Inversor, cuadro CC y Cuadro C.A.



Contador bidireccional e interruptor precintable

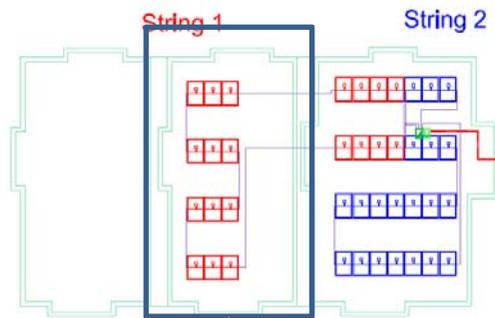


# Instalaciones en municipios de la Janda Interior

Fotos de instalaciones ejecutadas.

## MEDINA SIDONIA

- Biblioteca y Centro Joven



Paneles sobre la cubierta a 32° de inclinación, orientación 23° suroeste (paralelo a cubierta)

Contador bidireccional e interruptor precintable

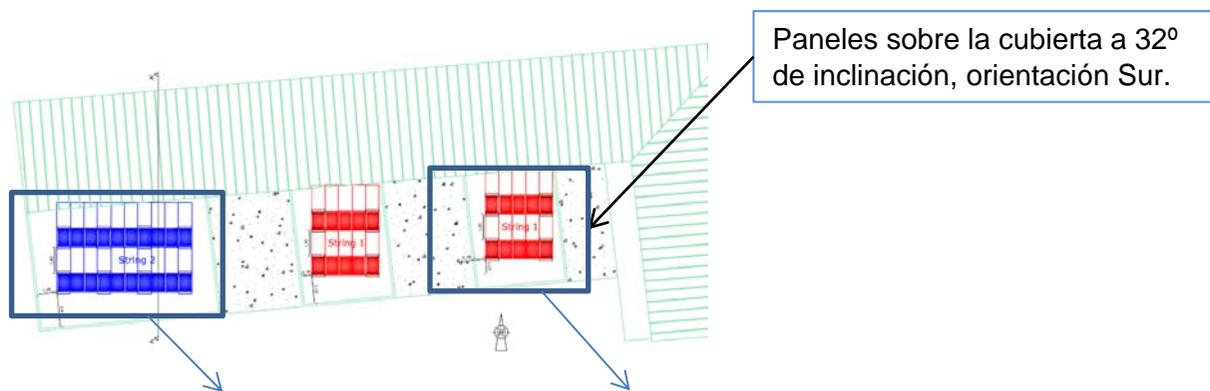


# Instalaciones en municipios de la Janda Interior

Fotos de instalaciones ejecutadas.

## ALCALÁ DE LOS GAZULES

- Escuela infantil "La Miga"

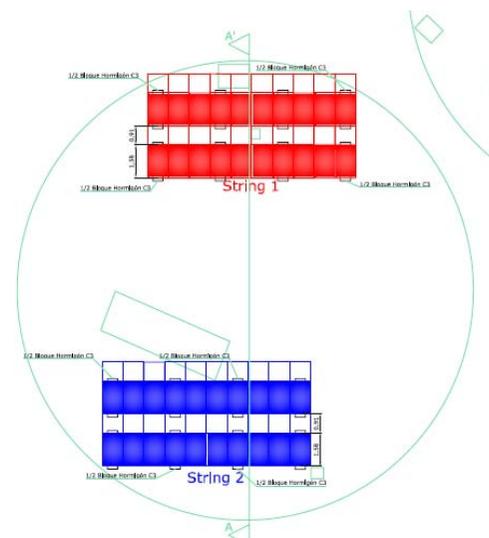


# Instalaciones en municipios de la Janda Interior

## Fotos de instalaciones ejecutadas.

### ALCALÁ DE LOS GAZULES

- Depósitos de agua



Paneles sobre los depósitos a 15° de inclinación, orientación Sur.



En el caso de los depósitos se ha reducido el ángulo de inclinación de los 32° a 15° para disminuir los esfuerzos del viento, con lo que resulta necesario menor cantidad de lastres.

Esta reducción del peso de los lastres resulto indispensable pues la sobrecarga para la que estaban dimensionados los depósitos es menor que en caso de cubiertas planas de edificios.



## Instalación en Rota

### Consumo y dimensionado de la instalación

#### Dimensionado de los inversores de aislada

Los tres inversor seleccionado debe ser capaces de dar suficiente potencia para la carga instalada que para este caso es de 7.540 W funcionando toda simultáneamente.

Cada inversor monofásico **Sunny Island 6.0h** es capaz de producir 4.600 W de forma continuada, con lo que la potencia continua será de 13,80 kW, a 25º durante 30 minutos son capaz de transformar 6.000 W, con lo que los tres producirían 18.000 W.



#### Dimensionado de las baterías

La capacidad de las baterías para 2 días de acumulación se obtiene mediante la siguiente formula:

$$C = (Exn)/(VxPd)$$

Para el caso que nos ocupa:

$$C = (Exn)/(VxPd) = (90.320x2)/(48x0,7) = 5.376 \text{ A h (a 48 V).}$$

Se instalaron 48 baterías **16 OPzS** de 2V y 3.100 Ah, teniéndose finalmente 6.200 Ah (48V)



#### INVERSORES DE AISLADA

Los inversores de aislada serán los encargados de transformar lo de 48 V C.C a 230V de C.A, además transformarán la C.A del inversor de red en C.C o conectarán la instalación a red cuando la energía fotovoltaica no sea suficiente para cubrir la demanda.

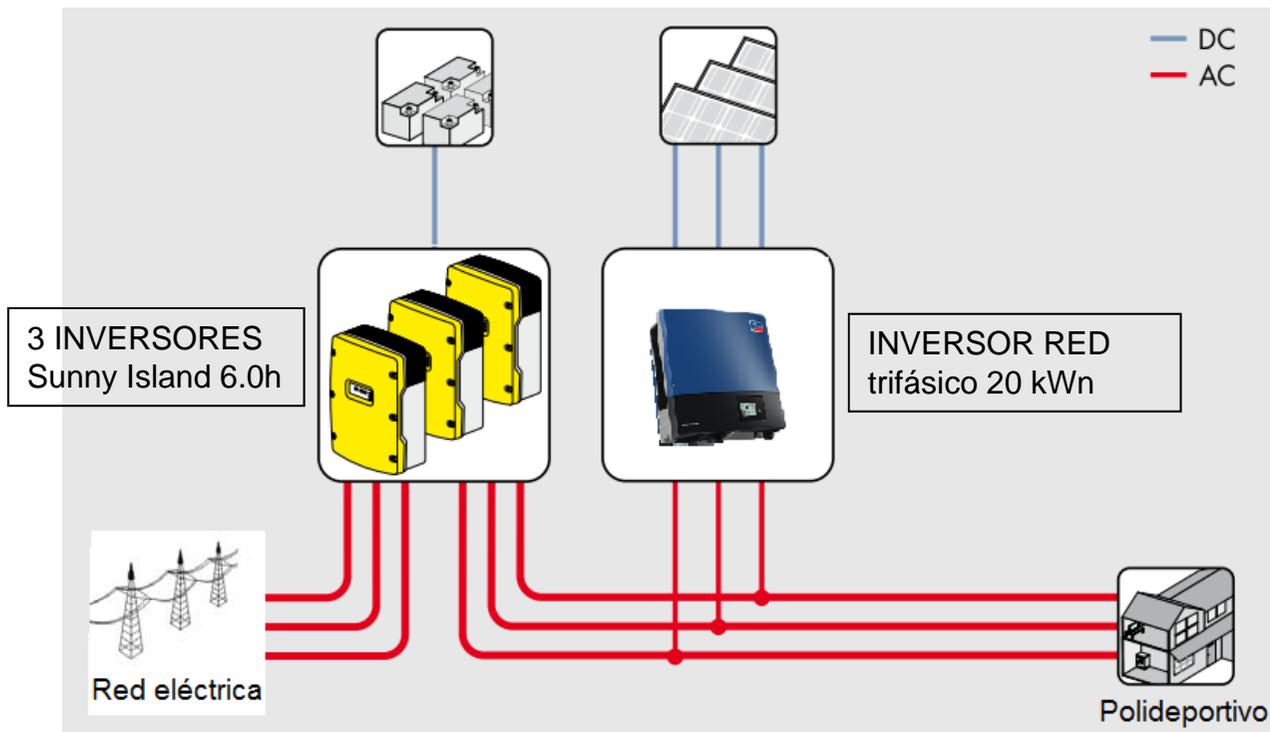
#### BATERÍAS

Las baterías permiten almacenar la energía producida en horas de menor consumo o mayor producción para tenerla disponible en los momentos de mayor consumo o baja producción,, por lo que deberán tener la capacidad, obtenida mediante la siguiente formula:

## Instalación en Rota

### Esquema general y funcionamiento de la instalación

#### Esquema de principio y funcionamiento



#### FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN.

Cuando la energía generada por los paneles y transformada en corriente alterna por el inversor de red sea superior a la demanda, el exceso será transformada en corriente continua por el inversor de aislada y acumulada en las baterías para los momentos de mayor demanda o menor producción.

Si la energía generada por los paneles es menor que la demandada, la restante será aportada por las baterías a través de los inversores de aislada, si el nivel de carga de las baterías estuviera por debajo del valor de descarga seleccionado en los inversores, estos dan la orden para la conexión a la red pública, realizándose además la carga de las baterías.

## Instalación en Rota

### Datos económicos de la instalación

El coste total de ejecución de una de esta instalación ha sido de 96.500 €

La energía máxima que puede producir anualmente la instalación es de:-

$$24\text{kWp} * 1660 \text{ kWh/kWp} = 39.840 \text{ kWh}$$

$$\text{Ahorros potenciales: } 39.840 \text{ kWh} * 0,1274\text{€/kWh} = 5.076 \text{ €}$$

NOTA: Los ahorros potenciales de 39.840 kWh es el máximo que podría autoconsumirse, pero a día de hoy no se alcanza ese valor, siendo el consumo actual de 15.245 kWh..

Si consideramos solamente el 20% del importe cubierto por el IEDT, el coste de la instalación sería de 19.300 €, con un ahorro potencial anual de 5.076 €, se recupera la inversión en 4 años.



Además del claro beneficio económico que supone estas instalaciones, se tiene también un beneficio medio ambiental ya que con una producción por instalación de 39.840 kWh, se tiene una reducción de 20 Tn de CO2 anuales, y 600 Tn para la vida útil de 30 años

## Instalación en Rota

### Fotos de la instalación



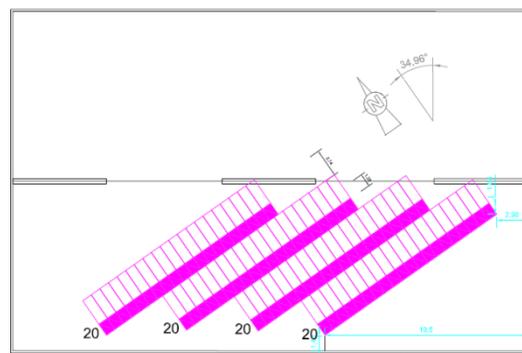
Inversores Sunny Island 6.0h



Inversor de red de 20 kW

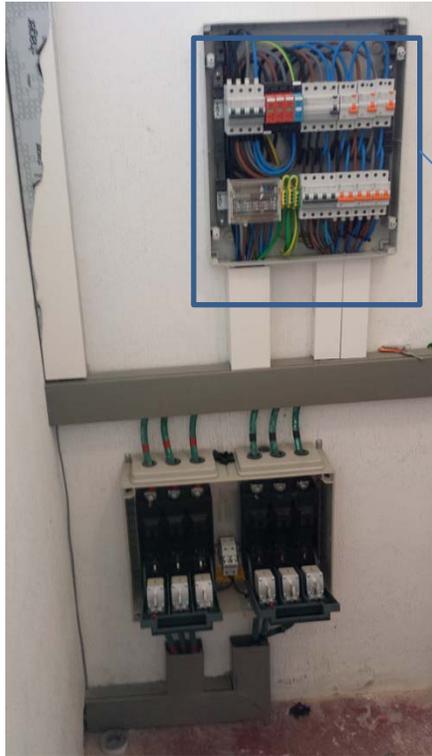


Situación de paneles en cubierta



## Instalación en Rota

### Fotos de la instalación



Cuadro de C.A y protección de fusibles líneas a baterías



Cuadro de baterías con 48 de 2V.



## Más Información

### Grupo Render Industrial S.L

[www.gruporender.es](http://www.gruporender.es)

**Armando Albalat Cruz**  
**Responsable de Área de Energías Renovable**  
**Email: [abalat@gruporender.es](mailto:abalat@gruporender.es)**  
**Tel: +34 927 53 25 58**

