



**ESTUDIO TÉCNICO Y  
ECONÓMICO DE INSTALACIÓN  
SOLAR DESTINADA A  
AUTOCONSUMO  
31.35 kWp EN ALCORISA (TERUEL)**



PROMOTOR: AYUNTAMIENTO DE ALCORISA

LOCALIZACIÓN: ALCORISA (TERUEL)

FECHA: ABRIL DE 2019

REALIZADO POR:

CARLOS MONTERO PABLO.- Graduado en Ingeniería Electrónica y Automática.  
Nº de Colegiado COGITAR: 9691 - eMail: cmontero.pa@gmail.com

**VALORACIÓN: INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DESTINADA A AUTOCONSUMO**  
**POLIDEPORTIVO MUNICIPAL DE ALCORISA (TERUEL)**

---

## Contenido

<b>1.- OBJETO</b> .....	5
<b>2.- ANTECEDENTES</b> .....	6
<b>3.- INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PROPUESTA</b> .....	9
<b>4.- ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA INSTALACIÓN</b> .....	13
4.2. EVOLUCIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO FOTOVOLTAICO .....	13
4.2.1. CUADRO DE AMORTIZACIÓN .....	14
4.2.2. Cálculo del Valor Actual Neto (VAN) .....	15
4.2.3. Tasa Interna de Retorno (TIR) .....	15
4.2.4. ANÁLISIS PAY-BACK .....	16
4.2.5. ANÁLISIS LCOE (Levelized Costs Of Energy) .....	16
<b>5. PRESUPUESTO</b> .....	...

**VALORACIÓN: INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DESTINADA A AUTOCONSUMO**  
**POLIDEPORTIVO MUNICIPAL DE ALCORISA (TERUEL)**

---

# 1.- OBJETO

El objeto de este informe es, por un lado, dimensionar el conjunto campo fotovoltaico – inversor/es óptimo con los datos registrados en el último año, y por otro, estimar el ahorro económico que se va a producir en el suministro propiedad del Ayuntamiento de Alcorisa (Teruel) mediante la instalación de un parque fotovoltaico para la generación de energía eléctrica y su posterior autoconsumo en las instalaciones del edificio.

El polideportivo municipal de Alcorisa se abastece exclusivamente de la red eléctrica. El objetivo es reducir el consumo de electricidad obtenida de la red eléctrica, sustituyéndola por energía procedente de energías renovables y así reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

Ilustración 1. Ejemplo de instalación fotovoltaica de autoconsumo sobre tejado

## INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

Se plantea un proyecto en la modalidad de autoconsumo. El autoconsumo consiste en la producción de energía eléctrica conectada directamente a la red interior del consumidor, donde se consume parte de esta energía y el resto se vuelca a la red de distribución eléctrica.

El esquema que presentado a continuación describe la conexión de la planta solar fotovoltaica a la red interior del usuario:

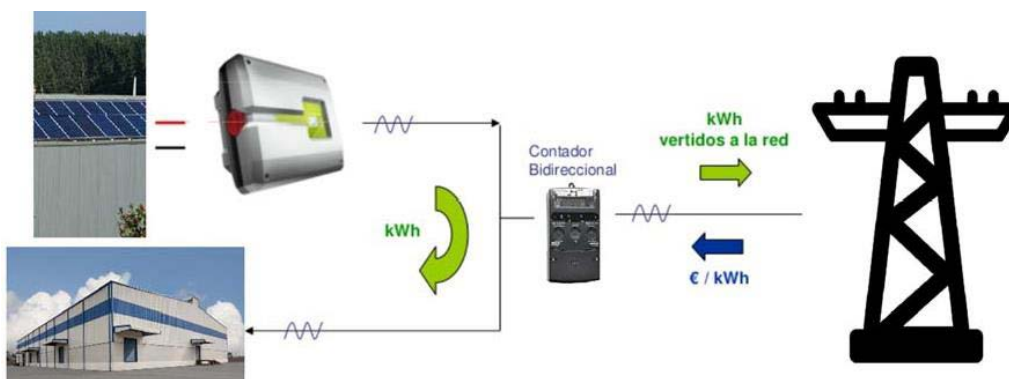


Ilustración 2

## 2.- ANTECEDENTES

Como se observa en la ilustración 3, los periodos en los que es más cara adquirir la energía, coincide con los periodos de máxima producción de la instalación fotovoltaica. Esta casuística, ayuda a recortar los periodos de amortización en gran medida.

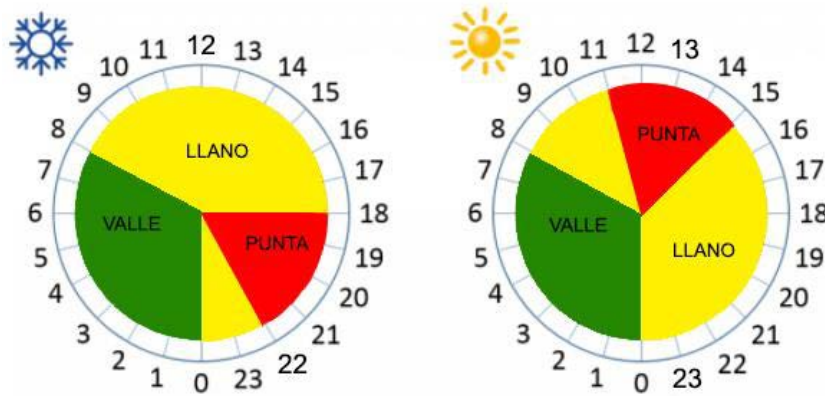


Ilustración 3

En base a los datos recogidos, se han obtenido los siguientes datos:

Los consumos totales por periodos registrados, a lo largo del último año son los reflejados en las siguientes gráficas.

Distribución de consumo total por periodos: [kWh]

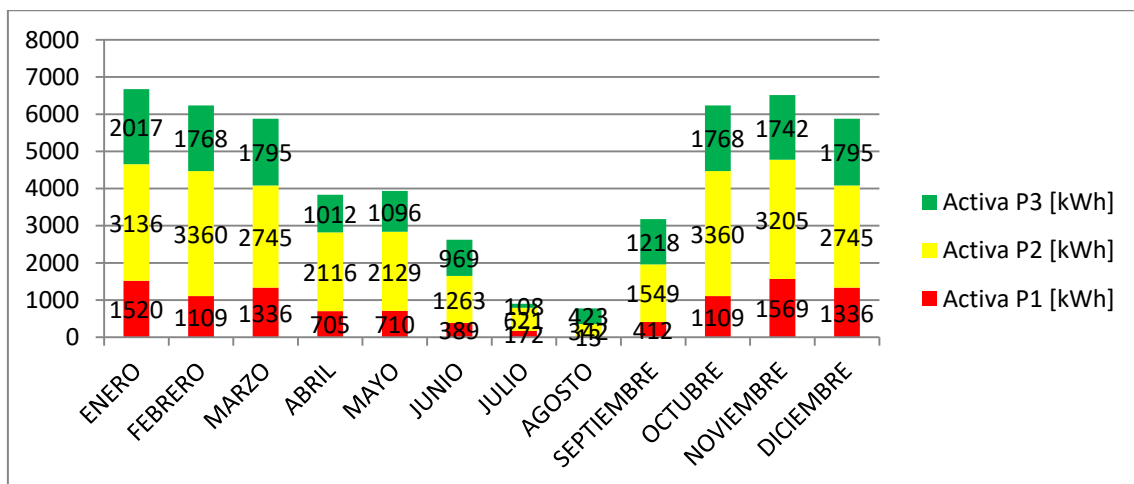


Ilustración 4

**VALORACIÓN: INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DESTINADA A AUTOCONSUMO  
POLIDEPORTIVO MUNICIPAL DE ALCORISA (TERUEL)**

Distribución de consumo total por periodos: [%]

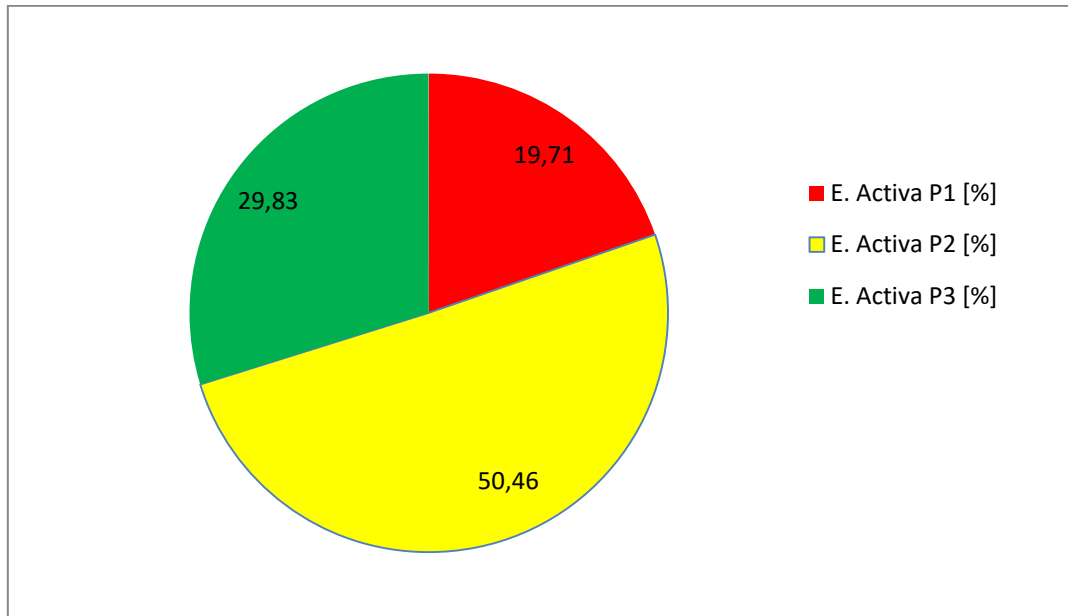


Ilustración 5

Se puede apreciar en la gráfica que se consume casi el 70% de todo el grueso de energía en los periodos P1 y P2. Esto es ideal para el planteamiento de una instalación fotovoltaica de autoconsumo ya que, debido a la generación, disminuirá el consumo eléctrico procedente de la red en P1 y P2.

Por tanto, con los datos disponibles, se determinan los siguientes costes:

**COSTES EN EL TERMINO DE ENERGÍA EN EL ÚLTIMO AÑO:**

	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>TOTAL:</b>
TOTAL ANUAL [kWh]	10380	26571	15711	52662
%	19,71	50,46	29,83	100,00
% P1 + P2	70,17			
Precio kWh	0,1124700 €	0,1041820 €	0,0743300 €	
€/Periodo	1.167,44 €	2.768,22 €	1.167,80 €	
€/P1+P2	3.935,66 €			
€/P1+P2 (Imp. Incl.)	<b><u>4.963,37 €</u> (CANTIDAD A ATACAR)</b>			

## VALORACIÓN: INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DESTINADA A AUTOCONSUMO POLIDEPORTIVO MUNICIPAL DE ALCORISA (TERUEL)

€/AÑO (Sin imp.) 5.103,46 €

€/AÑO (Imp. Incl.) 6.436,11 €

Para atacar y reducir la cantidad anterior en **negrita** y **subrayada**, se propone una instalación fotovoltaica de autoconsumo de 27 kW de potencia.

Esta potencia de inversor cubrirá casi el 40% de la demanda de energía en P1 y más del 80% de la demanda en P2. Por tanto, la siguiente gráfica muestra cómo quedaría repartido el consumo anual con la instalación de autoconsumo en funcionamiento.

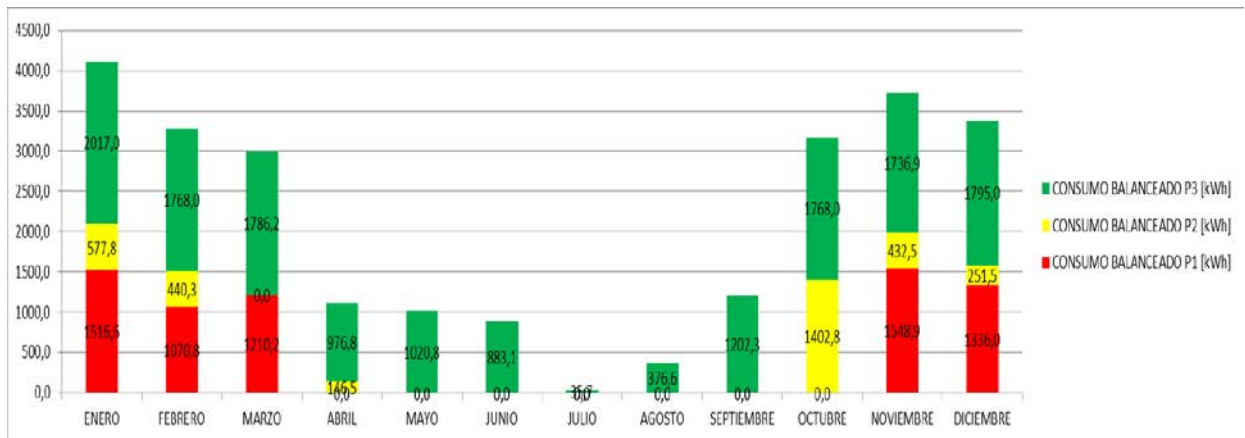


Ilustración 6

Esto supone pasar de pagar los anteriores **6.436,11 €** por la energía consumida anualmente a pagar **2.815,49 €** aproximadamente, gracias a la energía procedente del sol. Esto supone una reducción de más del 55% del dinero desembolsado por el término de energía.

Esto se traduce en **3.651,44 €** de ahorro anual, con una media de **304,29 €** de ahorro mensuales.



### 3.- INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PROPUESTA

La instalación fotovoltaica a instalar optimizada para el suministro, con el fin de cubrir la mayor parte del consumo eléctrico en P1 y P2 es:

INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA	
Número de módulos	95
Potencia de los módulos [Wp]	330
Potencia pico instalada en el campo generador [kWp]	31.35
Potencia nominal del inversor de la instalación [kW]	27

Tabla 1

La instalación propuesta es modular. Para ello consta de 1 inversor de 27 kW alimentado independientemente por un campo fotovoltaico de 95 módulos, incluyendo la posibilidad de aumentar esta instalación en un futuro.

La potencia de campo fotovoltaico total es de 31.350 kWp.

#### 3.2.1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Características eléctricas:

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD
Potencia nominal	$P_{MPP}$	330	Wp
Tensión nominal	$V_{MPP}$	37,2	V
Corriente nominal	$I_{MPP}$	8,88	A
Corriente de cortocircuito	$I_{SC}$	9,45	A
Tensión a circuito abierto	$V_{OC}$	45.6	V
Número de células	-	72	-

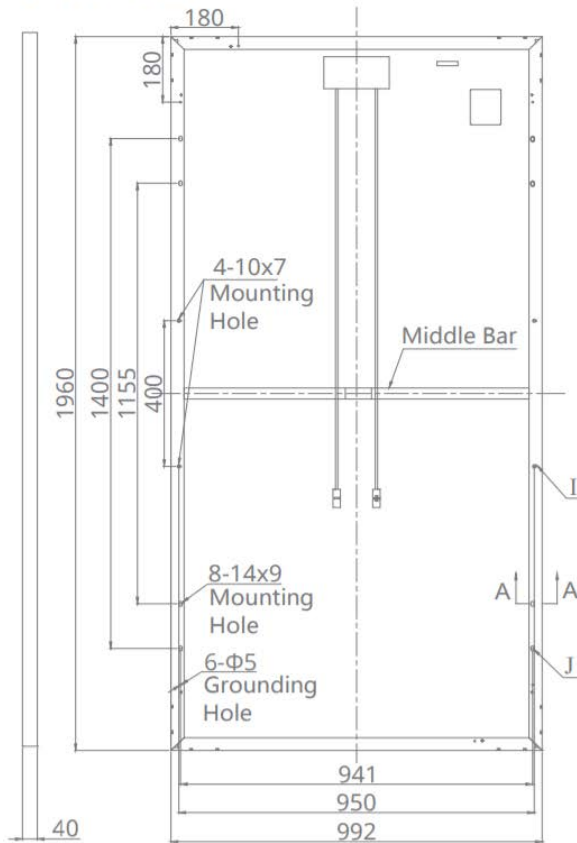
Tabla 2. Características eléctricas módulos fotovoltaicos

Características físicas:

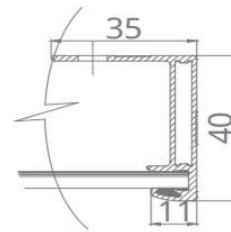
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	VALOR	UNIDAD
Dimensiones (Largo x Ancho x Espesor)	1960x992x40	mm
Masa	22.4	Kg

Tabla 3. Características físicas módulos fotovoltaicos

### Rear View



### Frame Cross Section A-A



### Mounting Hole

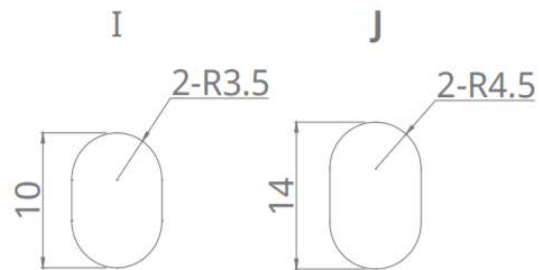


Ilustración 7. Cotas del panel fotovoltaico

### 3.2.2. INVERSORES SINUSOIDALES TRIFÁSICOS

Es el equipo encargado de transformar la energía procedente del campo solar para alimentar la red trifásica del edificio mediante corriente alterna similar a la red.

Mediante la conmutación de semiconductores bidireccionales, se consigue una señal sinusoidal de salida y que suele ser empleada en alimentar la carga. A lo largo de la historia de estos dispositivos, se ha buscado conseguir una señal de salida lo más parecida a una onda sinusoidal perfecta independientemente de la carga.

Las características del inversor han de ser como mínimo, las siguientes:

- Inyección trifásica
- Este ha de tener varios seguidores PMP para el correcto dimensionado de la tensión de entrada
- Bajo esa condición, su rendimiento ha de ser igual o superior al 97%.
- Debe incorporar un programador de lógicas interno.
- Debe tener un software de comunicación, monitorización y control propio con muestreo de milisegundos, para poder comprobar datos en tiempo real.

En nuestro caso se ha seleccionado:

VALORACIÓN: INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DESTINADA A AUTOCONSUMO  
POLIDEPORTIVO MUNICIPAL DE ALCORISA (TERUEL)

ECO 27.0-3-S

Características eléctricas:

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	VALOR	UNIDAD
Clase de potencia	27	kW
Máxima corriente de entrada	47,7	A
Máxima corriente de cortocircuito por serie FV	71,6	A
Tensión de entrada nominal	580	V
Rango de tensión de entrada	580-1000	V
Potencia fotovoltaica máx.	37,8	kWp
Corriente de salida máxima	36,1	A
Factor de potencia	0 - 1 ind./ cap	%
Máximo rendimiento	98.2	%

Tabla 4

Características físicas:

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	VALOR	UNIDAD
Dimensiones (Alto x Ancho x Fondo)	725 x 510 x 225	mm
Peso	35,7	kg

Tabla 5

### 3.2.3. SEGURIDAD

La instalación irá protegida mediante un sistema para conseguir grado 2 de protección según EN 50131, compuesto por:

- “Cosido” de los paneles mediante fibra óptica plástica conectada a centralita.

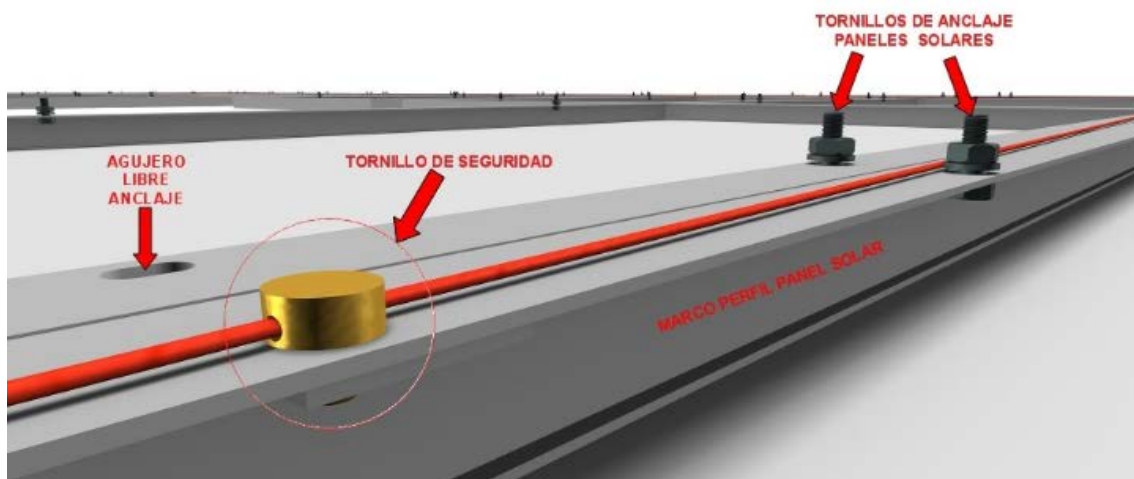


Ilustración 8



Ilustración 9

## 4.- ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA INSTALACIÓN

El sector fotovoltaico posee unas condiciones actuales muy positivas y desde hace relativamente poco.

Por una parte, el nuevo Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica, que ha sacado al país de la situación de bloqueo con respecto a la energía fotovoltaica que hacía hasta esa fecha, muy difícil su viabilidad.

Hoy en día ya ha cambiado esta situación, dado que el vigente Real Decreto permite diferentes opciones con el último fin del ahorro energético del usuario (como puede ser el autoconsumo compartido y el balance cero).

Por otra parte está la gran bajada de los precios de equipos relacionados con las instalaciones como inversores, módulos fotovoltaicos, elementos de control y un gran número de instaladores ya experimentados, que hacen posible llevar a cabo una gran instalación de una manera rápida, sencilla y mucho más económica comparado con incluso hace 3-4 años.

### 4.2. EVOLUCIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO FOTOVOLTAICO

Con el funcionamiento normal de la instalación, se estiman los siguientes ahorros en el término de energía dejando de adquirir gran parte de la energía procedente de la red:

AHORRO EN LA FACTURA ELÉCTRICA		
TERMINO DE ENERGÍA	Ahorro por energía consumida	2.870,94 €
I.E.E.	Ahorro impuesto especial de electricidad	146,78 €
<b>TOTAL AHORRO ANUAL</b>		<b>3.017,72 €</b>
<b>TOTAL AHORRO ANUAL (IVA incl.)</b>		<b>3.651,44 €</b>
<b>TOTAL AHORRO MENSUAL MEDIO (IVA incl.)</b>		<b>304,29 €</b>

Tabla 6

La vida útil del proyecto es de 27 años, teniendo en cuenta una degradación del módulo fotovoltaico del 0.75% anual. Se considera cero los costes de mantenimiento (limpiar los módulos una vez al año). El precio del Wp instalado es considerado, para este cálculo, en torno a 1 € sin IVA.

**VALORACIÓN: INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DESTINADA A AUTOCONSUMO**  
**POLIDEPORTIVO MUNICIPAL DE ALCORISA (TERUEL)**

**4.2.1. CUADRO DE AMORTIZACIÓN**

Determinamos la energía aprovechada y calculamos el coste medio de esa energía para conseguir el ahorro estimado del primer año.

En la siguiente tabla se incluyen los siguientes elementos:

- **Año:** Número de años de la vida útil considerada de la instalación.
- **Rendimiento [%]:** Se considera la pérdida de rendimiento a lo largo de su vida útil.
- **Precio medio del kWh [€]:** Se considera una subida anual constante del precio del kWh 4% anual, siendo un dato muy conservador. El precio parte del cálculo del total de kWh consumidos en los últimos 12 meses y el importe pagado por ello.
- **Ahorro [€]:** Es el ahorro que se produce cada año.
- **Flujo anual [€]:** En este caso el flujo anual coincide con el ahorro debido a que podemos considerar cero euros los costes de mantenimiento de esta instalación.
- **Flujo acumulado [€]:** Parte en la inversión de la instalación y se le suma el flujo anual.

Año	Rend. [%]	Producción [MWh]	Precio medio kWh [€]	pagos energía (sin fotovoltaica)	pagos energía futuros	Ahorro total [€]	Flujo anual	Flujo acumulado
0	0	0	0	0	0	0,00 €	-30.000,00 €	-30.000,00 €
1	100,00	45,50	0,106945	5.103,46 €	2.232,52 €	2.870,94 €	2.870,94 €	-27.129,06 €
2	99,25	45,16	0,111222	5.282,08 €	2.293,91 €	2.988,17 €	2.988,17 €	-24.140,89 €
3	98,51	44,82	0,115671	5.466,95 €	2.356,99 €	3.109,96 €	3.109,96 €	-21.030,93 €
4	97,77	44,48	0,120298	5.658,29 €	2.421,81 €	3.236,48 €	3.236,48 €	-17.794,45 €
5	97,03	44,15	0,125110	5.856,33 €	2.488,41 €	3.367,92 €	3.367,92 €	-14.426,53 €
6	96,31	43,82	0,130115	6.061,31 €	2.556,84 €	3.504,46 €	3.504,46 €	-10.922,06 €
7	95,58	43,49	0,135319	6.273,45 €	2.627,15 €	3.646,30 €	3.646,30 €	-7.275,77 €
8	94,87	43,16	0,140732	6.493,02 €	2.699,40 €	3.793,62 €	3.793,62 €	-3.482,15 €
9	94,16	42,84	0,146361	6.720,28 €	2.773,64 €	3.946,64 €	3.946,64 €	464,50 €
10	93,45	42,52	0,152216	6.955,49 €	2.849,91 €	4.105,58 €	4.105,58 €	4.570,08 €
11	92,75	42,20	0,158304	7.198,93 €	2.928,28 €	4.270,65 €	4.270,65 €	8.840,72 €
12	92,05	41,88	0,164636	7.450,89 €	3.008,81 €	4.442,08 €	4.442,08 €	13.282,81 €
13	91,36	41,57	0,171222	7.711,67 €	3.091,55 €	4.620,12 €	4.620,12 €	17.902,93 €
14	90,68	41,26	0,178071	7.981,58 €	3.176,57 €	4.805,01 €	4.805,01 €	22.707,94 €
15	90,00	40,95	0,185194	8.260,94 €	3.263,93 €	4.997,01 €	4.997,01 €	27.704,95 €
16	89,32	40,64	0,192601	8.550,07 €	3.353,68 €	5.196,39 €	5.196,39 €	32.901,34 €
17	88,65	40,34	0,200305	8.849,32 €	3.445,91 €	5.403,41 €	5.403,41 €	38.304,75 €
18	87,99	40,03	0,208318	9.159,05 €	3.540,67 €	5.618,38 €	5.618,38 €	43.923,13 €
19	87,33	39,73	0,216650	9.479,62 €	3.638,04 €	5.841,57 €	5.841,57 €	49.764,70 €
20	86,67	39,44	0,225316	9.811,40 €	3.738,09 €	6.073,32 €	6.073,32 €	55.838,02 €
21	86,02	39,14	0,234329	10.154,80 €	3.840,89 €	6.313,92 €	6.313,92 €	62.151,93 €
22	85,38	38,85	0,243702	10.510,22 €	3.946,51 €	6.563,71 €	6.563,71 €	68.715,65 €
23	84,74	38,56	0,253450	10.878,08 €	4.055,04 €	6.823,04 €	6.823,04 €	75.538,69 €
24	84,10	38,27	0,263588	11.258,81 €	4.166,55 €	7.092,26 €	7.092,26 €	82.630,94 €
25	83,47	37,98	0,274132	11.652,87 €	4.281,13 €	7.371,74 €	7.371,74 €	90.002,68 €
26	82,84	37,69	0,285097	12.060,72 €	4.398,86 €	7.661,86 €	7.661,86 €	97.664,54 €
27	82,22	37,41	0,296501	12.482,84 €	4.519,83 €	7.963,01 €	7.963,01 €	105.627,55 €
28	81,61	37,13	0,308361	12.919,74 €	4.644,13 €	8.275,62 €	8.275,62 €	113.903,17 €
29	80,99	36,85	0,320695	13.371,94 €	4.771,84 €	8.600,09 €	8.600,09 €	122.503,26 €
30	80,39	36,58	0,333523	13.839,95 €	4.903,07 €	8.936,89 €	8.936,89 €	131.440,15 €

Tabla 7



Ilustración 10

#### 4.2.2. Cálculo del Valor Actual Neto (VAN)

El valor Actual Neto consiste en actualizar a valor presente los flujos de caja futuros que va a generar la instalación. Este método es útil para la evaluación de una inversión, pues el VAN ayuda a determinar si la inversión es rentable:

- Cuando el VAN es mayor que cero, el valor actual de los ahorros producidos de la instalación a la tasa elegida, generara una rentabilidad es decir nuestra inversión es viable.
- En el caso de que el VAN sea igual a cero, el proyecto no generará rentabilidad ni perdida.
- Si el VAN resulta menor que cero, la inversión obtendría pérdidas, por lo que no sería viable realizarla.

En su cálculo se incluye la vida útil del proyecto, los flujos de caja que va a generar el proyecto descontados a una determinada tasa de interés, el importe inicial de la inversión y el flujo anual.

El resultado del análisis VAN es:

$$\text{VAN} = 69.074,31\text{€}$$

El análisis del VAN es claramente mayor a cero, lo que indica que la inversión es rentable.

#### 4.2.3. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Es el tipo de interés al que se descuentan los flujos futuros de cobros y pagos previstos en una inversión, para igualarlos con el valor inicial de la misma (obteniéndose un Valor Actual Neto igual a 0).

## VALORACIÓN: INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DESTINADA A AUTOCONSUMO POLIDEPORTIVO MUNICIPAL DE ALCORISA (TERUEL)

El criterio de selección será el siguiente donde “k” es la tasa de descuento de flujos elegida para el cálculo del VAN:

- Si  $TIR > k$ , el proyecto de inversión será aceptado. En este caso, la tasa de rendimiento interno que obtenemos es superior a la tasa mínima de rentabilidad exigida a la inversión.
- Si  $TIR = k$  o  $TIR < k$ , el proyecto debe rechazarse. No se alcanza la rentabilidad mínima que le pedimos a la inversión.

En el cálculo de la TIR se tiene en cuenta el flujo anual, el número de años y el valor de la inversión inicial.

El resultado del análisis de la TIR es:

$$TIR = 12,75 \%$$

El análisis de la TIR nos indica que la inversión obtiene ese % de rentabilidad.

### 4.2.4. ANÁLISIS PAY-BACK

El payback o plazo de recuperación es el plazo que se tardará para que el valor de la inversión inicial sea superado mediante los flujos de caja. De esta forma se obtiene el tiempo que tendrá que pasar para recuperar el dinero que se ha invertido.

El resultado del análisis payback es de:

$$\text{Plazo de recuperación} = 8 \text{ años, } 10 \text{ meses y } 18 \text{ días}$$

### 4.2.5. ANÁLISIS LCOE (Levelized Costs Of Energy)

El análisis LCOE (de sus siglas en inglés: Levelized Costs Of Energy o Coste Nivelado de la Electricidad de sus siglas en castellano), es la valoración económica del coste de la instalación de generación de electricidad que incluye todos los costos a lo largo de la vida útil del proyecto: la inversión inicial, operación y mantenimiento, costo de capital, etc.

El resultado del análisis LCOE es de:

$$0.02446 \text{ €/kWh}$$



## 5. PRESUPUESTO

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 31.350 Wp CONECTADA A  
RED DESTINADA A AUTOCONSUMO PARA ALCORISA (ALCAÑIZ)

Referencia	Denominación	Tipo	Uds	Precio%Dto	Importe
1. 1.	SISTEMA GENERADOR FOTOVOLTAICO				<b>34.460,55</b>
UOREN0001	Paneles fotovoltaicos marca CSUN 72 cel. o similar de 330 w de potencia y una tolerancia de +/- 3% con una garantía de producción de 25 años y fabricación de 10 años, totalmente instalados y conectados.	Uni.	95,00	188,1500	17.874,90
UOREN0002	Kit estructura sobreelevada de aluminio de alta resistencia ensamblada mediante tornillería de acero inoxidable y tornillería autotaladrante zinc-niquelada con 1000 horas en cámara de niebla salina, montada para instalar sobre cubierta panel en una altura en vertical.	Uni.	95,00	56,7600	5.392,80
UOREN0003	Circuito cableado C.C. con conductor 6 mm y conexiones con conectores multicontac, realizando las series necesarias entre paneles y protecciones de C.C.	Uni.	250,00	7,8700	1.967,50
UOREN0006	Inversor de conexión a red para autoconsumo de 27 kW de potencia formado por un inversor Fronius trifásico 27 kW.	Uni.	1,00	4.500,0000	4.500,00
1. 2.	EVACUACIÓN Y MEDIDA				<b>1.599,72</b>
UOREN0005	Cuadro de maniobra con interruptor general en el punto de medida accesible por compañía eléctrica. TRAMITACIONES Y	Uni.	1,00	1.599,7200	1.599,72

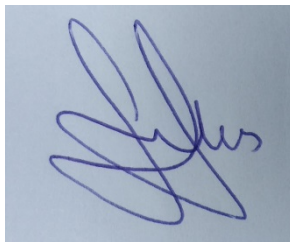
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 31.350 Wp CONECTADA A  
RED DESTINADA A AUTOCONSUMO PARA ALCORISA (ALCAÑIZ)

**RESUMEN**

Total PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	34.460,55 €
19% GASTOS GENERALES + BENEFICIO INDUSTRIAL	6.547,50€
<b>TOTAL CON 19% GG + BI</b>	<b>41.008,05€</b>
21% IVA	8.611,69 €
<b>PRESUPUESTO OBRA Y LEGALIZACIÓN</b>	<b>49.619,74 €</b>

El presupuesto de ejecución por contrata es de: CUARENTA Y NUEVE MIL SEISCIENTOS DIECINUEVE EUROS CON SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS DE EURO.

**En Alcorisa, a 3 de Abril de 2019**



Firmado: Carlos Montero Pablo.

Nº Colegiado 9691 COGITIAR  
eMail: cmontero.pa@gmail.com